

MÉMOIRES

SUR

UNE RUPTURE DE VOLANT

PAR

ARM. RENIER

Ingénieur au Corps des mines, à Liège.

[62185]

On sait combien dangereux sont les volants des machines à vapeur. Leur rupture entraîne presque toujours des accidents graves, souvent même des catastrophes. Rares sont cependant les cas où les recherches les plus minutieuses permettent de recueillir, dans le chaos de débris, des données suffisantes pour rendre possible un essai de reconstitution et l'étude critique, qui en découle naturellement. Le constructeur voit ainsi de précieux renseignements lui échapper, et se trouve impuissant à mettre à profit cette expérience si chèrement acquise. Ainsi perdurent certaines pratiques, dont le danger n'est pas suffisamment évident. C'est pourquoi l'étude des accidents typiques acquiert un regain d'intérêt d'autant plus vif que les constatations permettent de pousser plus loin les déductions. C'est sous l'impression de ce sentiment que nous publions les résultats d'une enquête, qu'il nous a été donné de faire récemment.

Une étude similaire a paru, il y a quelques années (1). Elle était due à la plume autorisée de M. H. Dechamps,

(1) *Revue universelle des Mines*, 3^e série, t. XXII, juin 1893.

professeur à la faculté technique de l'Université de Liège. M. Dechamps a également donné quelques indications sur l'état général de la question, dans une conférence qu'il a faite à l'Association des Elèves des Ecoles spéciales de l'Université de Liège. Ces travaux nous ont été d'un réel secours, et nous prions M. Dechamps d'agréer l'expression de notre reconnaissance pour le prêt bienveillant des notes manuscrites de sa conférence (1), et sa gracieuse autorisation de publier en annexe à ce travail les notes inédites de son cours relatives au calcul du volant.

. .

Le plan et la coupe que nous avons tracés (*fig. 1*), permettent de se faire une idée des traits essentiels de la disposition des lieux. La salle des machines, contiguë à celle de la chaudière, fait partie d'un petit bâtiment accessoire adossé au corps principal de l'usine par la façade *DE*.

La machine à vapeur est monocylindrique, à condensation; sa distribution se fait par robinets avec commande à déclit. La détente est variable et commandée par le régulateur. Les caractéristiques de la machine sont :

Diamètre du cylindre	450 millim.
Course du piston	1,000 —
Nombre moyen de tours par minute.	70
Timbre de la chaudière	8 atmosphères
Degré d'admission moyen.	1/10
Force nominale en chevaux	125

(1) Un résumé de la conférence de M. Dechamps, sur *Les ruptures de volant et la recherche de leurs causes*, a paru dans le « Bulletin scientifique de l'Association des Elèves des Ecoles spéciales de l'Université de Liège ». Nouvelle série, 4^e année, 1901-1902; n° 4, février 1902, pp. 127-8

Le condenseur est établi sur le sol en tandem de la machine; la pompe à air est activée par la tige prolongée du piston à vapeur. Le régulateur, à force centrifuge, type Watt, est commandé par un engrenage calé sur l'arbre de la machine, par l'intermédiaire d'une chaîne à maillons carrés, à emmanchement latéral.

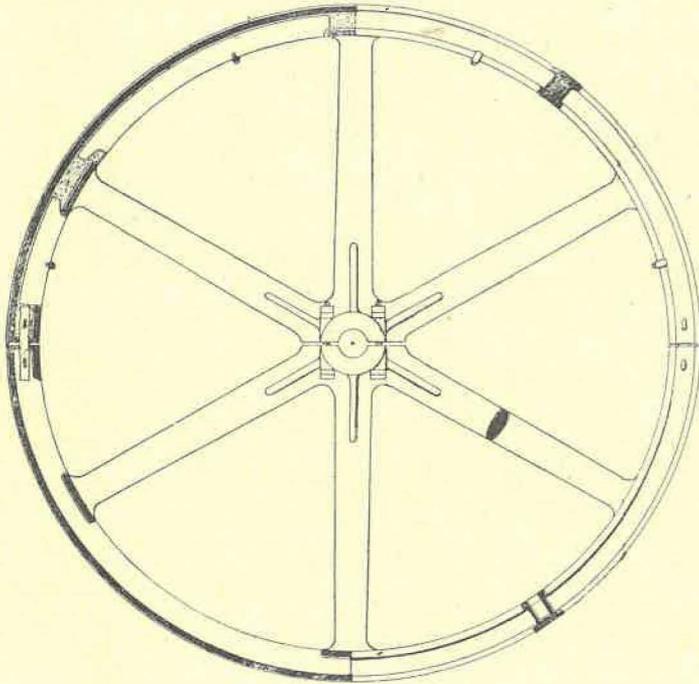


FIG. 2.

Cette machine active l'usine par l'intermédiaire d'une maîtresse transmission comprenant sept câbles en chanvre, s'enroulant sur une poulie à gorges, fixée sur l'arbre moteur. Le sens de la rotation est de D en F , en passant par le haut. La régularité de la marche était assurée par un volant en fonte de 5 mètres de diamètre (*fig. 2*); son poids,

lors de la réception, était de 4,590 kilogrammes. La jante seule pesait, d'après cubature, environ 2,430 kilogrammes. Sa section en forme d'U se transformait en caisson creux à la jonction des bras. La figure 3 en donne les dimensions.

Six bras, de section elliptique, réunissaient la jante au moyeu ; ils mesuraient 260×110 millimètres près du moyeu ; et 220×90 millimètres près de la jante.

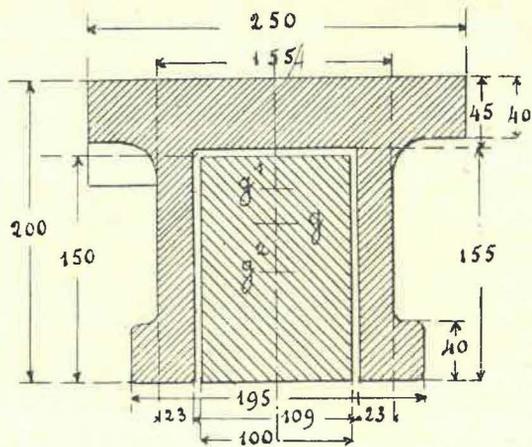


FIG. 3.

Le volant était composé de deux parties assemblées à la jante d'une part, et au moyeu d'autre part. Ce dernier assemblage, qui assurait aussi la liaison du volant et de l'arbre moteur, était composé de quatre forts boulons avec écrou et contre-écrou. Les deux parties étaient réunies à la jante par une barre de fer de section rectangulaire fixée par clavettes en fer. Les deux parties ne se touchaient que par une bande formant sur l'une d'elles une saillie de

6 millimètres et large de 10 millimètres, dans la partie la plus extérieure du joint (*fig. 4*).

A la suite d'installations nouvelles, le volant fut reconnu trop léger. On le surchargea, de l'avis du constructeur, en utilisant la cavité existant dans la section de la jante (*fig. 2* et 3). On plaça entre les bras des lingots de fonte gabariés, de section rectangulaire. Pour les maintenir en place, on coula du plomb près de chaque bras de manière à enrober l'extrémité du lingot (partie ponctuée, *fig. 2*). Pour augmenter le serrage, on chassa çà et là dans la masse de

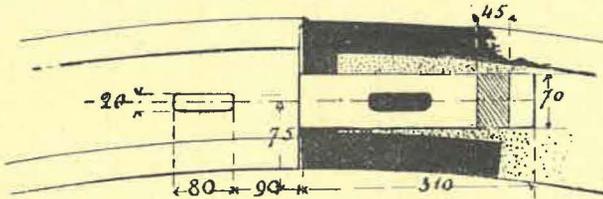


FIG. 4.

plomb de petits coins en fer. Enfin, on posa quelques étriers métalliques embrassant les ailes de l'U et fixés aux lingots par de petits boulons prisonniers. Le poids total de cette surcharge était de 1,200 kilogrammes de fonte et de 600 kilogrammes de plomb, au total environ 1,800 kilogrammes.

C'est durant le poste de nuit que s'est produit l'accident. Le chauffeur-machiniste se trouvait seul dans la salle de la machine. Quelques minutes avant l'heure de la reprise du travail, il remit, comme à l'ordinaire, la machine en train, afin qu'au moment voulu elle fut en bonne allure. Durant cette marche à vide, le réglage automatique de la machine avait toujours été parfait.

Pendant deux ou trois minutes, tout marcha normalement. Mais bientôt les ouvriers qui se trouvaient dans l'usine, virent le mouvement des transmissions, jusque-là régulier, s'accélérer progressivement.

Peu après, ils entendirent un bruit semblable à celui que produit la déflagration d'un explosif.

Lorsqu'il fut possible de pénétrer dans la salle de la machine, elle était pleine de vapeur.

La machine tournait encore. Le modérateur était ouvert sans exagération.

Le cadavre du chauffeur fut retrouvé à l'arrière du condenseur. Un débris de la fonte du volant lui écrasait la poitrine.

Les dégâts matériels ont été très considérables (*voir fig. 1*). La toiture a été détruite sur la partie représentée dans la coupe par des traits interrompus. C'était à peu près sur cette étendue que régnait, le long de DF , le lanterneau vitré qui éclairait la salle. Une ferme de la charpente en bois C était cisailée à environ 1^m20 du mur. Une poutre de levage, A , en bois, portait à la même distance de DF une éraflure fraîche. La plateforme de service était entièrement détruite; les gîtages qui la supportaient, étaient cisailés à environ 1^m20 du mur. De larges brèches avaient été ouvertes dans les murs de la salle et du réduit voisin; nous les avons distinguées dans la coupe et sur le plan, en les couvrant de hachures. Le mur DE était abattu sur 1^m20 de largeur et 3^m70 de hauteur, près de D . Le mur FG était renversé sur toute sa hauteur. La brèche présentait deux évasements, l'un à 1^m20 , l'autre à 3^m40 au dessus du sol. Les débris se trouvaient dans le réduit $FGHI$; une partie était tombée dans la fosse du volant. Le mur HI présentait une ouverture ovale large de 1^m40 , et dont le centre se trouvait approximativement à 2^m75 au dessus du sol et dans le pro-

longement du plan moyen du volant. Les décombres étaient éparpillés sur 8 mètres de longueur dans la cour voisine. Enfin, la corniche de la façade *DE* du bâtiment principal avait été arrachée en *B* sur une assez faible longueur (environ 2^m50). Les débris furent retrouvés par delà le bâtiment principal.

La machine ne présentait aucune trace de déformation. Les organes de distribution n'étaient pas faussés, et les surfaces des touches de dé clic étaient polies. Les robinets d'admission ne montraient aucun indice de grippement. Les boulons de fondation étaient intacts. Le guide inférieur de la crosse présentait une strie polie. Le métal antifric tion formant le revêtement intérieur du coussinet du palier intermédiaire, présentait des traces de fusion et des marques d'usure inégale. Le condenseur, dont le couvercle, du côté des soupapes de refoulement, n'était pas boulonné, était recouvert d'un enduit gras et humide; le tuyau d'amenée d'eau froide au condenseur était cassé près d'un joint, dans la fosse du volant. Des sept câbles de transmission, un était brisé et un autre avait sauté dans une gorge voisine.

Le régulateur avait ses organes absolument intacts (1). Il ne possédait plus sa chaîne de commande. Les débris de la chaîne furent retrouvés, très morcellés, çà et là sur le sol et dans la fosse du volant. Un seul maillon était déformé, mais on remarquait que le crochet de quelques anneaux était ouvert et que l'on pouvait le faire sortir du maillon engagé sans avoir recours au dégagement latéral.

(1) Le régulateur était muni d'un dispositif de sûreté, tel qu'en cas de rupture de la chaîne de commande, le régulateur, s'arrêtant et descendant à fond de course, produisait par son poids un déclanchement : il en résultait la fermeture complète de l'admission de vapeur au cylindre. Par suite du matage des articulations résultant de l'usure, la pesée n'était plus suffisante pour agir sur le déclanchement. Il a suffi de donner un demi-tour à la vis de rappel pour remettre les choses en état.

L'arbre de la machine était dans ses coussinets, le volant était sur l'arbre. On voyait sur la portée, dans la partie découverte entre les deux parties du volant, une couche noire et grasseuse. Le volant avait la jante brisée, ainsi que l'extrémité supérieure d'un bras. La partie de la jante correspondant au prolongement des bras était restée atta-

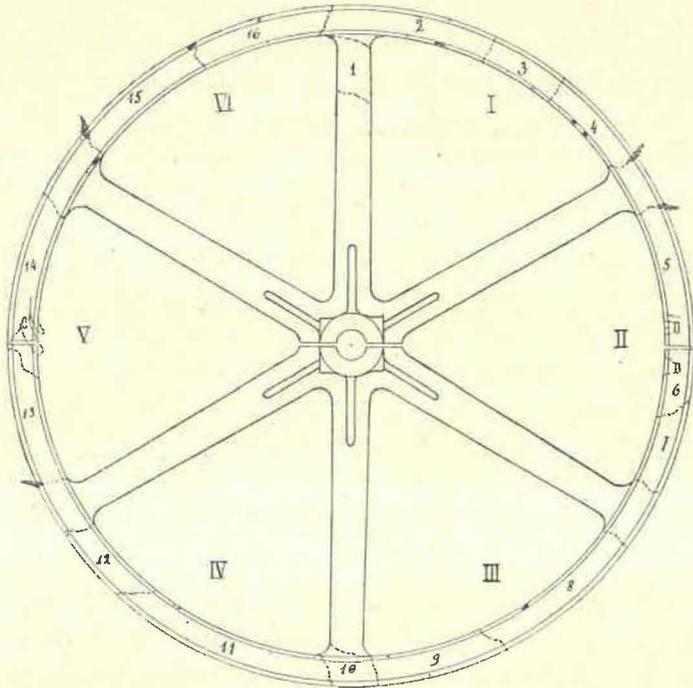


FIG. 5. — A.

chée à quatre bras ; le bris avait eu lieu à la section où l'U se transformait en caisson creux. Elle avait été arrachée aux deux autres, perpendiculaires à la ligne de jonction des deux parties. Les débris du volant étiquetés ont été réunis et assemblés, de manière à reconstituer cette pièce (fig. 5, A et B). Les surcharges possédant le même numéro

que le tronçon correspondant y étaient encore engagées. La figure *A* montre également la position des lames de plomb qui se trouvaient dans les caissons.

Voici la liste des débris et leurs emplacements (fig. 5) :

N° 1. Morceau de bras; se trouvait avec 18 et 19 dans la

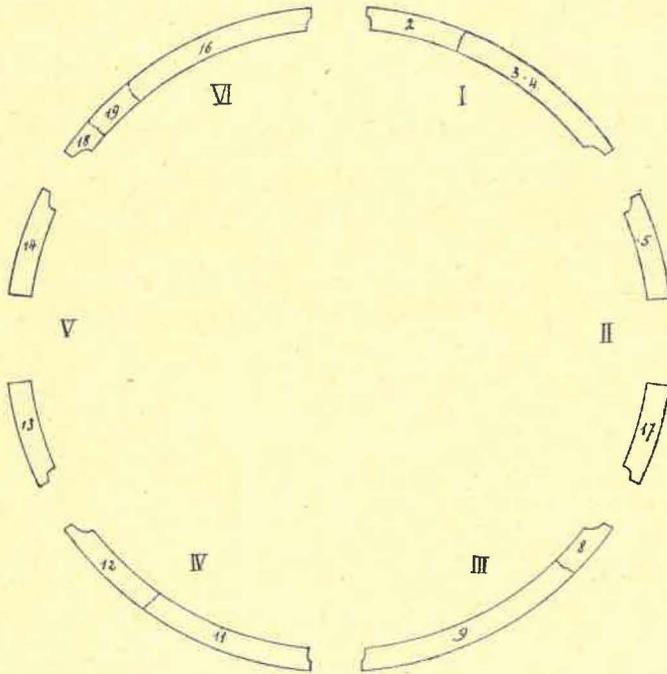


FIG. 5 — B.

fosse du volant, sur le tas de briques provenant de la démolition du mur *FG*;

N°s 2, 3, 4 (arc n° I) gisaient dans la cour, au-delà de *HI*, au milieu des décombres ;

N°s 5, 6, 7 (arc n° II) se trouvaient dans une rue voisine. Ils étaient encore juxtaposés. Dans ces morceaux,

- particulièrement les 6 et 7, les ailes avaient été brisées lors de la chute ; les débris étaient éparpillés jusqu'à 8 mètres du point où avait eu lieu la première chute ;
- N^{os} 8 et 9. Arc n° III, retrouvé enfoncé au milieu de détritits, dans une fosse, à 78 mètres de l'axe du volant. Le mur contre lequel cette fosse est située, présentait deux éraflures (voir coupe), sur la même verticale, l'une au toit, l'autre à une saillie. Un petit toit, qui recouvrait la fosse, sans toucher le mur, n'avait pas été atteint. Le poids de ce segment était de 450 kilogrammes ;
- N^{os} 10 et 11 se trouvaient au delà de *DE*, dans la caisse aux cordes, alors que le
- N° 12, qui avec eux constitue l'arc n° IV, écrasait la victime ;
- N^{os} 13 et 14 (arc n° V), enfouis profondément sous le tas de briques dans la fosse du volant. L'assemblage était fortement disloqué ;
- N^{os} 15 et 16 (arc n° VI), gisaient au milieu des débris de muraille, dans le réduit *FGHI* ;
- N° 17 (surcharge), correspondant à 6-7, morceau enfoncé verticalement dans le sol de la cour ;
- N^{os} 18 et 19 (surcharge). Voir n° 1.

L'allure des cassures est indiquée au croquis. Nous ajouterons que les joints avaient été fortement abimés ; des fissures de cisaillement existaient tant dans les ailes que dans la masse de plomb du fragment n° 5, alors que les numéros 6 et 13 avaient l'extrémité brisée suivant le plan supérieur de la clavette et la section radiale à l'extrémité de celle-ci. La barre d'assemblage, fortement arquée, était encore engagée dans le n° 14. La jante était fendue suivant le plan inférieur de la clavette. Cette lame était fortement ployée.

Les cassures des débris de la jante, qui n'avaient pas été

abimées, étaient d'un bel éclat métallique. La cassure du bras correspondant au débris n° 1 présentait une zone métallique entourée d'une zone jaune-brun. Cette teinte dominait dans les cassures du volant resté en place. La cassure du bras (II-III) montrait un redoublement de fonte.

Tels sont les faits. Quelqu'aride que puisse paraître cet exposé, nous avons cru indispensable de le livrer sous cette forme au lecteur, afin qu'il possède, tels que nous les avons recueillis, les éléments d'appréciation. Nous nous permettons de lui présenter à présent les quelques considérations que nous croyons pouvoir déduire de ces observations.

Les circonstances dans lesquelles l'accident s'est produit sont nettes et précises. Il a eu lieu pendant un emballement de la machine. La cause de cet emballement est aisée à trouver. En effet, la machine se réglait automatiquement durant la marche à vide. Si elle s'est emportée, c'est donc que le régulateur a cessé d'agir. On ne peut cependant supposer qu'ils s'est trouvé en dehors des limites de charge ordinaires, puisque la maîtresse transmission était intacte et que dans l'usine aucune courroie n'avait sauté de sa poulie. D'autre part, on ne peut supposer que l'admission du fluide moteur au cylindre ait pu être prolongée outre mesure : car tous les organes de distribution étaient en bon état. On est donc conduit à admettre que c'est dans l'arrêt du régulateur qu'il faut chercher la cause du manque de réglage, et puisque l'appareil lui-même était en bon état, il faut croire que c'est la chaîne de commande qui s'est rompue. Ces bris sont d'ailleurs assez fréquents ; aussi les inventeurs ont-ils imaginé nombre d'appareils de sûreté destinés à parer à ce danger. Nous avons eu l'occasion de signaler (1) la valeur pra-

(1) Voir note p. 9.

tique de ces appareils, qui, imparfaitement surveillés, n'ont souvent pour effet que d'inspirer une confiance trompense.

Quant à la cause immédiate du bris de la chaîne, nous ne pouvons la préciser, faute d'éléments critiques.

Le volant s'est rompu pendant un emballement de la machine, c'est-à-dire par excès de vitesse. C'est ce que confirme l'examen du mode de rupture. Le volant ne s'est pas déplacé sur l'arbre; les bras ne sont pas cisailés, et le tronçon de jante qui se trouvait dans leur prolongement direct, y est dans quatre cas demeuré attaché. La jante a cédé par tronçons entiers, et les arcs se sont rompus à la section où l'U se transformait en caisson creux. Cette section constituait *a priori*, par suite de l'inégalité de sollicitation de ses deux faces, la section dangereuse.

Mais il y a plus. L'examen de la coupe verticale passant par le plan moyen du volant révèle l'existence d'une loi dans la répartition des débris. Nous en avons deviné l'existence dès les premiers instants de la reconstitution du volant; et nous avons reconnu le bien fondé de cette hypothèse en l'utilisant avec succès pour déterminer théoriquement la position du segment V, qui, enfoui sous les décombres, n'avait pas encore été découvert.

La répartition a eu lieu comme si le volant s'était brisé d'une façon instantanée. La simplicité même de cette hypothèse plaide en faveur de sa vraisemblance. Il est en effet de la plus haute improbabilité — pour ne pas dire plus — que les tronçons de la jante se détachant successivement, se soient brisés successivement et tous à la même période de la révolution. Au reste, on remarquera que dans ce cas, après le départ du tronçon qui se serait rompu le premier, le centre de gravité du volant aurait été reporté excentriquement à l'arbre moteur. L'effet de ce balourd aurait été de déterminer de violentes réactions sur les supports de l'arbre. Or, nous avons dit que l'arbre était resté dans ses

coussinets, et que les attaches du palier aux fondations étaient intactes. La rupture a donc eu lieu sur toute la périphérie presque instantanément.

. .

Nous chercherons à présent à préciser l'allure de la machine au moment de la rupture. Nous croyons inutile d'insister sur l'intérêt de cette recherche.

La rupture ayant eu lieu instantanément, il est évident que pour connaître la vitesse de rotation de la machine, à ce moment, il suffit de rechercher la vitesse initiale du jet de l'un quelconque des segments. L'examen de la coupe verticale montre que les segments 8 et 9, dont la trajectoire est bien définie, permettent de rechercher cette intéressante valeur. Ils forment un arc de $2^{\text{m}}20$ de développement, mesuré extérieurement, contenant toute sa surcharge, et cette surcharge existe sur toute la longueur du tronçon. On peut donc le considérer comme étant de section homogène sur toute sa longueur. Les débris gisaient l'un à côté de l'autre et encore emboîtés. Leur séparation semble être le résultat d'un choc au moment de la chute. Ils forment donc un tout. Ce débris, après avoir écorné la poutre *A*, a entaillé la corniche en bois *B* de la façade *DE*, et est finalement allé retomber à $78^{\text{m}}33$ de l'axe du volant, et dans le prolongement exact du plan moyen de cette pièce, ainsi que l'a établi une minutieuse opération topographique. Sa chute en ce point, paraît avoir été verticale, ainsi qu'il résulte de la disposition des lieux décrite plus haut. Au reste, la différence de niveau est faible et n'atteint pas deux mètres..

Les formules de mécanique analytique permettent — le jet et un point de la courbe étant connus — de déterminer l'angle de tir et la vitesse initiale. Ces données se rapportent évidemment au centre de gravité du segment.

Il est aisé de déterminer la distance de ce centre de gravité au centre de l'arbre de la machine. La section étant supposée uniforme (elle est faiblement altérée aux abouts de la surcharge) et homogène sur toute sa longueur, le centre de gravité G du segment est le centre de gravité de l'arc de cercle AB (fig. 6), lieu géométrique des centres de gravité g des sections.

En réduisant le profil à ses formes géométriques —

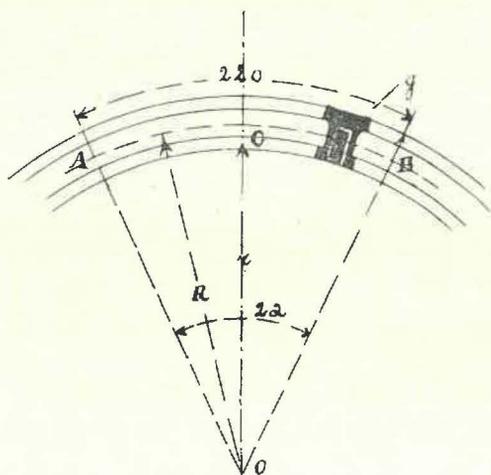


FIG. 6.

approximation bien suffisante pour ce genre de recherches et d'ailleurs peu erronée, — on trouve en se servant des dimensions données à la figure 3 :

Centre de gravité de l' U	Ag_1	7.15 centim.
Id. de la surcharge	Ag_2	12.5 id.
Id. de la section		
composée	Ag	9.48 id.
D'où	$R = og$	240.52 id.

Il est facile de trouver G , sachant que :

$$OG = r = \frac{R \times \text{corde}}{\text{arc}} = \frac{R \sin \alpha}{\frac{2 \alpha \pi}{360}}$$

Or, le tronçon ayant 220 centimètres de développement d'arc au rayon de 250 centimètres :

$$\frac{2\alpha}{360} \pi = \frac{220}{500}$$

$$\alpha = 25^{\circ}12'30'' \quad \sin \alpha = 0.48591$$

et finalement, $r = 232.8$ centimètres.

La courbe balistique a pour équation en coordonnées rectangulaires :

$$y = x \operatorname{tg} \alpha - \frac{gx^2}{2v_0^2 \cos^2 \alpha} \quad (1)$$

si l'on admet que les distances sont portées en abscisses, les hauteurs en ordonnées, et si α est l'angle de tir ou angle de la tangente à l'origine avec l'horizontale, et v_0 la vitesse initiale. C'est une parabole du 2^e degré, dont l'axe est vertical, et qui est tangente à l'origine à la direction de la vitesse initiale.

Introduisons dans l'équation (1) les coordonnées du point où le projectile recoupe l'axe des abscisses, $y = 0$ et $x = l$ ou portée du jet, nous aurons :

$$gl = v_0^2 \sin 2\alpha \quad v_0^2 = \frac{lg}{\sin 2\alpha} \quad (2)$$

La combinaison de (1) et de (2) donne :

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{ly}{lx - x^2} \quad (3)$$

L'équation (1) suppose que l'origine des coordonnées est la position initiale du centre de gravité du mobile. Cette position est inconnue, tant que l'on ignore la valeur de α . Comme première approximation, nous supposerons l'origine des coordonnées au centre de l'arbre.

Dans ces conditions :

$$l = 78^m33, \quad (B) \quad x = 9^m40 \quad y = 16^m35$$

$$tg \alpha = 1.9766 \quad \alpha = 63^\circ 10'$$

Cette valeur de α permet de calculer les coordonnées de la position initiale du centre de gravité du segment, par rapport au centre de l'arbre :

$$X = 2^m076 \quad Y = -1,050$$

Rapportées à cette nouvelle origine, les données deviennent :

$$l = 76^m25, \quad (B) \quad x = 7^m30 \quad y = 17^m40$$

$$D'où : \quad tg \alpha = 2,6359 \quad \alpha = 69^\circ 15'$$

Une seconde approximation donne :

$$X = 2,176 \quad Y = -0,824$$

$$l = 76^m15, \quad (B) \quad x = 7.23 \quad y = 17.18$$

Ces valeurs sont exactes, car elles conduisent à la même valeur de α , à quelques minutes près.

Enfin, l'équation (2) donne :

$$v_0 = \sqrt{\frac{gl}{\sin 2\alpha}} = 33^m57 \text{ par seconde.}$$

La vitesse à la périphérie du volant était donc de :

$$V = \frac{v_0 \times 250}{232.8} = 36^m05 \text{ par seconde.}$$

ce qui correspond à une allure de :

$$n = \frac{36.05 \times 60}{\pi \times 5} = 137.7 \text{ tours par minute.}$$

Cette valeur constitue un minimum. En effet, la courbe balistique n'est une parabole, que pour autant que l'on fasse abstraction de la résistance de l'air, qui s'oppose au déplacement du mobile.

Cette résistance réduit surtout la portée. La portée du jet que nous aurions dû introduire dans les formules, est donc supérieure à celle que nous avons adoptée. La portée a encore été réduite pour un autre motif. La pièce a détruit le lanterneau vitré qui couvrait la salle, et a enlevé la corniche du bâtiment principal, sur une faible longueur, il est vrai. Il en résulte qu'accomplissant ainsi un travail, elle a perdu de sa force vive. Il faut remarquer cependant que la destruction du vitrage est aisée et que la résistance offerte par une pièce de bois faiblement attachée et de section réduite, à une masse de 450 kilogrammes et animée d'une grande vitesse, devait être bien minime. Ces résistances ont été impuissantes à faire dévier le projectile du plan moyen du volant. Aussi doit-on considérer comme très rapprochée de la vérité, la valeur de la vitesse déterminée, en faisant abstraction de la réduction de portée résultant de ces deux causes; on vérifierait d'ailleurs aisément en adoptant le même angle de tir, qu'une réduction de 6 mètres de portée (82 mètres au lieu de 76) ne conduirait qu'à une réduction de 5 tours (142 au lieu de 137). L'erreur est négligeable.

...

En présence de ce résultat, nous avons cru intéressant de rechercher à quelles tensions les différentes pièces du volant étaient soumises. Cette recherche présente d'autant plus

d'intérêt que dans le cas de la rupture par action de la force centrifuge, la surcharge que l'on a donnée au volant, a pu jouer un rôle important et qu'il convient de mettre en évidence. Cette surcharge ne doit, en effet, être comptée que comme produisant une augmentation de poids sans augmenter la résistance. Car les liaisons des lingots de fonte avec la jante ne présentent qu'une rigidité bien aléatoire, et ne servent qu'à les maintenir en place. Quant au plomb, sa résistance est négligeable. Dans ce cas, les choses se passent donc comme si la jante conservant la même résistance, par unité de surface, avait un poids spécifique plus grand.

Je me suis servi pour rechercher la tension du métal dans les différentes parties du volant, des formules données par Unwin (1), qui résultent d'une étude complète des sollicitations. Toutefois les formules sont insuffisantes pour le cas du volant surchargé dans lequel tout se passe comme si la densité du métal était différente dans la jante et les bras. On utilise dans ce cas avec succès les formules que M. H. Dechamps (2) a établies en généralisant la théorie d'Unwin.

Ces formules donnent la valeur des tensions développées dans chaque section de la jante, par la force centrifuge, dans le cas d'une vitesse uniforme et dans l'hypothèse que la jante du volant est de résistance et de raideur uniformes, et que sa figure de déformation élastique est peu différente d'une circonférence de cercle.

Elles permettent de déterminer dans chaque section de la jante :

La force agissant dans le plan de la section
 • (effort tranchant) S

(1) UNWIN. *Elements of machine design.*, 14^e édition, Londres, 1897, t. II, p. 191.

(2) H. DECHAMPS. Cours de construction et applications des machines, professé à la faculté technique de l'Université de Liège. Notes manuscrites. Année académique 1898-1899. — Voir annexe.

La force agissant perpendiculairement à ce plan (traction ou compression) T
 Le moment fléchissant M
 ainsi que la traction de la jante sur le bras F

Dans les formules ci-après (*fig. 7*) :

2α est l'angle de deux bras consécutifs du volant $\alpha = 30^\circ = : 0.5236$.

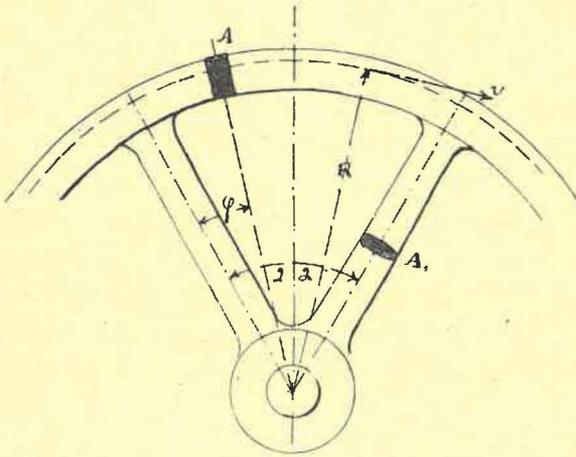


FIG. 7.

- φ l'angle de la section considérée avec l'axe d'un bras pris pour origine des angles »
- A la section de la jante 195.05 cm²
- G le poids spécifique de la jante 7.2 gr. par cm³.
- g la constante gravifique 981 cm. par seconde.
- R le rayon moyen du volant 242.85 cm.

v	la vitesse à la circonférence moyenne du volant	
	$= \frac{2\pi R}{60} \times 140$	3560 cm. parseconde
A_1	la section moyenne d'un bras.	188,49 cm ² .
G_1	le poids spécifique du métal des bras	7,2 gr. par cm ³ .

$$S = - \frac{F \sin (\alpha - \varphi)}{2 \sin \alpha}$$

$$T = \frac{G}{g} A v_2 - \frac{F \cos (\alpha - \varphi)}{2 \sin \alpha}$$

$$M = \frac{FR}{2} \left(\frac{1}{\alpha} - \frac{\cos (\alpha - \varphi)}{\sin \alpha} \right)$$

$$F = \frac{\alpha v^2}{3 g} (3G - G_1) \frac{AA_1 \alpha}{2A\alpha + A_1}$$

Deux sections sont spécialement dangereuses. Ce sont les extrémités et le milieu de l'arc $\varphi = 0$ et $\varphi = \alpha$.

Nous avons recherché les valeurs de S, T, M et F, pour l'allure de 140 tours, le volant étant ou n'étant pas surchargé. Dans le premier cas, nous avons supposé que l'augmentation de poids produisait une augmentation du poids spécifique du métal de la jante proportionnelle à la surcharge.

On a ainsi :

$$G_s = 7.2 \frac{2,430 + 1,810}{2,430} = 12.56 \text{ grammes par cm}^3.$$

Il est aisé d'obtenir la valeur des tensions en service, à 70 tours; car les tensions croissent comme le carré de la vitesse, ainsi que le prouve l'examen des formules S, T, M

et F. A 70 tours, les tensions sont donc quatre fois moindres qu'à 140 tours.

A 140 TOURS	SANS SURCHARGE	AVEC SURCHARGE
F	6,078	12,867
S $\varphi = 0^\circ$	- 3,039	- 6,433
S $\varphi = 30^\circ$	0	0
T $\varphi = 0^\circ$	12,878	20,506
T $\varphi = 30^\circ$	12,064	18,782
M $\varphi = 0^\circ$	131,241	277,793
M $\varphi = 30^\circ$	- 66,543	- 140,850
		en kilogrammes.

On en déduit aisément les tensions résultantes dans les diverses parties du volant :

Tensions :

A) dans la jante (*fig. 3*) :

$$A = 195.05 \text{ cm}^2.$$

$$\frac{I}{v} = \frac{8,037.8}{12.85} = 625.5 \text{ en centimètres.}$$

Pour $\varphi = 0$

	Sans surcharge.	Avec surcharge.
$s = \frac{S.}{A} =$	15.5	33.0

$t = \frac{T.}{A} =$	66.0	105.3
----------------------	------	-------

$r = \frac{M.v}{I} =$	209.8	444.4
-----------------------	-------	-------

$\varphi = 30$	$s = \frac{S.}{A} =$	0
		0

$$t = \frac{T}{A} = 61.8 \quad 96.3$$

$$r = \frac{Mv}{I} = 106.4 \quad 225.2 \text{ en kgr./cm}^2.$$

On voit que la section dangereuse se trouve à l'encastrement des bras. Faisant abstraction de l'effort tranchant, on obtient pour valeur de la tension en ce point.

	Sans surcharge.	Avec surcharge.
$\varphi = 0$ $t+r$ à 140 tours . .	275.8 kgs/cm ² .	549.7
à 70 id. . .	68.9 id.	137.4

B) à l'assemblage (*fig. 4*) :

La barre en fer d'assemblage des deux parties du volant était de forme rectangulaire :

Hauteur	7.0 centimètres.
Largeur	4.5 id.
D'où	$A_2 = 31.5 \text{ cm}^2.$
	$\frac{I_2}{v_2^3} = 36.75 \text{ en centimètres.}$

On en déduit ($\varphi = 30^\circ$), en supposant le joint rigide :

	Sans surcharge.	Avec surcharge.
$t = \frac{T}{A^2} =$	383 kgr. par cm ² .	594
$r = \frac{Mv_2}{I_2} =$	1,811 id.	3,832
Tension totale.	2,194 id.	4,426
Id. à 70 tours	548 id.	1,106

C) dans les bras :

1° à la jonction des bras et de la jante :

$$A_1 = 155.5 \text{ cm}^2.$$

	Sans surcharge.	Avec surcharge:
$t = \frac{F}{A_1}$	= 39.1 kgr. par cm ² .	82.7.
Id. à 70 tours.	9.8 id.	20.7

2° au moyeu :

Il faut ajouter à F la force centrifuge provenant du bras :

$$F^1 = \frac{B}{g} \frac{v'^2}{R'}$$

en posant :	B égal le poids du bras	285 kilogrammes.
	g constante gravifique.	981 centimètres.
	R' rayon moyen du bras	125.3 id.
	v' vitesse circonféren- tielle pour le rayon	
	R ²	1,837 id.

on a ainsi : $F^1 = 7,822.5$ kilogrammes.

A'_1 étant égal à 224.62 cm².

	Sans surcharge.	Avec surcharge.
$t' = \frac{F + F^1}{A'_1}$	= 61.8 parkgr. par cm ² .	92.1
à 70 tours =	15.4 id.	23.0

En livrant ces chiffres à l'appréciation du lecteur, nous croyons devoir faire encore quelques remarques relativement aux conditions générales de résistance du volant.

Tout d'abord, les résultats que nous avons obtenus par le calcul, ne sont, comme on le pense bien, qu'une approxi-

mation. Car, nous avons supposé que la surcharge était uniformément répartie sur toute la périphérie du volant, alors qu'elle était plus fortement localisée dans les parties qui avaient reçu une masse de plomb.

Bien plus, si l'on doit admettre que les valeurs obtenues dans cette hypothèse donnent dans une certaine mesure une idée des conditions de sollicitation à l'allure de 70 tours, on ne peut supposer qu'il en est encore de même pour la vitesse de 140 tours. En effet, les formules que nous avons employées ne sont applicables que dans les limites des déformations élastiques. Or, il est évident qu'à l'allure de 140 tours, la tension avait dépassé, dans certaines parties, la limite d'élasticité tant dans le cas du volant surchargé que dans celui du volant sans surcharge. Toutefois, il y a là un contrôle de la bonne qualité de la fonte du volant, en même temps que d'intéressants éléments de comparaison entre les deux cas étudiés.

Nous avons supposé également dans ces calculs que les assemblages du volant étaient sans influence sur sa résistance, c'est-à-dire que leur résistance et leur élasticité (ou leur raideur) étaient les mêmes que celles de la jante. Il est bien évident que cette hypothèse imposée par les nécessités du calcul est fautive. Nous en trouvons la preuve dans les déformations très accentuées que nous avons relevées en ces points. Les clavettes avaient dans presque tous les cas cisailé, tant les ailes de la jante que la masse de plomb. Il serait toutefois très malaisé de soumettre leurs conditions de résistance à une étude mathématique. Car, outre que le système est complexe et hétérogène, il est susceptible de déformation. Le contact des tronçons n'ayant lieu que dans la partie la plus extérieure du joint, celui-ci s'est sous l'effort refermé jusqu'au contact dans la région des fibres comprimées, c'est-à-dire, dans la partie la plus intérieure. C'est ainsi que s'est peut-

être pliée la barre du n° 14. Cette déformation a certainement dû développer des tensions considérables d'autant plus qu'elle a été exagérée ici par la disposition même de la surcharge. Car on avait placé au centre de l'arc une forte masse de plomb, dont l'excès de poids a accentué en ce point les effets de la force centrifuge.

Aussi sommes-nous porté à croire que la rupture a commencé par cet arc. En effet, les calculs montrent que la pièce la plus fatiguée est la barre en fer qui réunit les deux parties du volant. Certes, ces calculs ne sont qu'approximatifs : car nous avons supposé, pour l'établissement des formules, que l'arc était continu, alors que tout au contraire, il devrait être considéré comme articulé à la clef, dès que le contact des faces de joint est reporté dans la région des fibres comprimées. Mais, vu la rigidité de l'assemblage, l'articulation est imparfaite : la barre est donc toujours tendue et fléchie à la fois.

Enfin, nous ignorons absolument la vitesse de rotation à laquelle ce mouvement de bascule — de faible amplitude d'ailleurs, — s'est produit.

Il est donc hautement probable que la barre d'assemblage a vu sa limite d'élasticité rapidement dépassée, et a pu s'allonger d'une quantité sensible. Le joint a dès lors baillé largement vers l'extérieur. La figure de déformation de l'arc s'est accentuée. Il en est résulté une répartition nouvelle des tensions, toute différente de celle que nous a donné le calcul, avec aggravation de charge aux naissances et diminution à la clef. Finalement l'arc s'est rompu aux naissances, et le choc résultant de ce bris a provoqué la rupture des arcs voisins déjà fortement tendus.

On remarquera également que la rupture de la jante s'est faite d'une façon spéciale, à la jonction des deux bras perpendiculaires à la ligne des assemblages. Le tronçon qui se trouvait dans le prolongement du bras y a été arraché.

Nous ignorons quelles peuvent avoir été les causes de ce mode spécial de rupture; nous nous bornerons à faire remarquer que les tensions initiales provenant du retrait à la coulée doivent avoir été maximum dans cette région, où la présence d'une masse de plomb a certainement, ici encore, amplifié l'action de la force centrifuge.

La rupture du tronçon n° 1 du bras I-VI a vraisemblablement été tardive. Elle est, croyons-nous, le résultat de la chute sur cette pièce des débris du mur FG.

Remarquons enfin que les teintes brunes d'oxydation relevées dans la section de rupture de ce fragment n° 1, ne peuvent être considérées comme la preuve évidente de l'existence d'une fissure ancienne. La rupture du volant a en effet provoqué le bris de la conduite d'amenée d'eau froide au condenseur. Celui-ci a donc cessé de fonctionner, et la vapeur de décharge s'est répandue dans la salle de machine. Ainsi a été créé une atmosphère humide et chaude, éminemment oxydante.

Liège, septembre 1902.

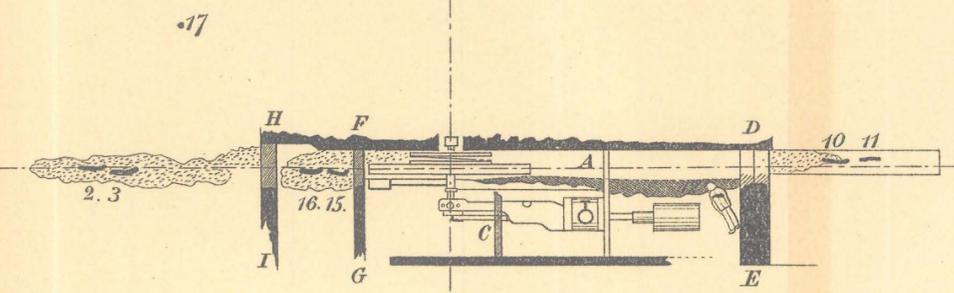
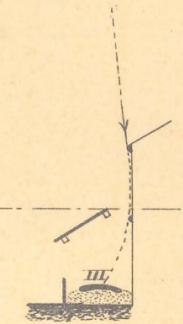
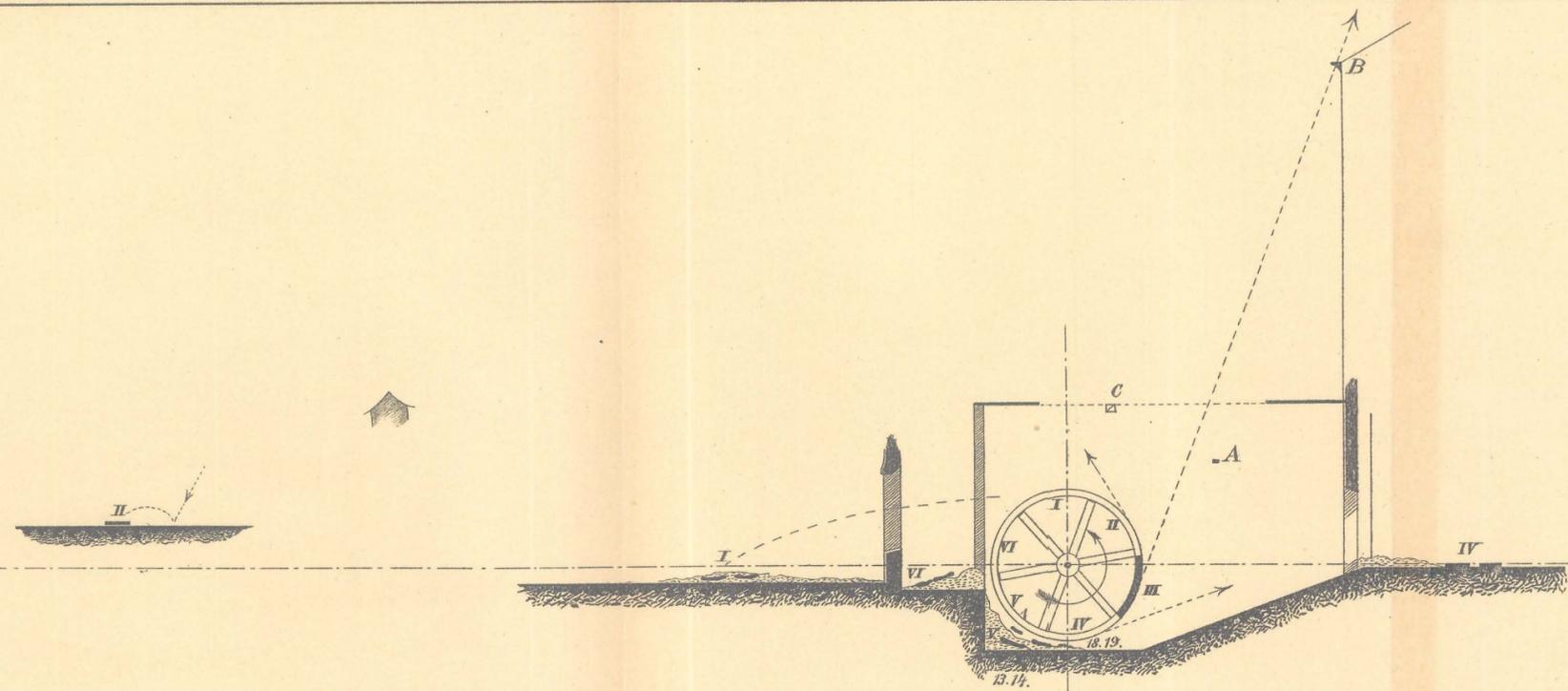
Fig. 1

Coupe verticale passant par le plan moyen du volant.

Plan.

Usine.

Echelle: $\frac{1}{200}$ me.



5.6.7.

CALCUL DU VOLANT

Etude mathématique

des conditions de sollicitation des bras et de la jante d'un volant
lorsque celui-ci n'a à résister qu'à la force centrifuge (1)

D'APRÈS DES

Notes prises au *Cours de construction et applications des machines*
professé par M. H. DECHAMPS,
à la faculté technique de l'Université de Liège.

Cette étude est basée sur quelques hypothèses, destinées à simplifier ou à rendre possibles les calculs, et que nous préciserons tout d'abord:

1°) Le volant est supposé tourner à une vitesse angulaire constante. Nous négligeons ainsi les efforts que développe dans les différentes parties du volant la force tangentielle, ou réaction d'inertie, d'intensité et de sens variables, résultant des variations de vitesse;

2°) Nous admettons que la jante du volant est homogène sur toute sa circonférence, c'est-à-dire que les assemblages, robustes et bien construits, ont même résistance et même raideur que la jante. Leur influence sous la déformation de la jante et des bras est ainsi inappréciable. Nous négligeons les effets locaux que créent dans certains types de volant une variation de section aux assemblages : la jante est supposée de section constante sur toute la circonférence ;

3°) Nous supposons, enfin, que la figure élastique de déformation de la jante est sensiblement une circonférence de cercle. Si les bras n'existaient pas, cette hypothèse serait d'une exactitude absolue : l'effet de la force centrifuge sur la jante est analogue à celui que produit la pression d'un fluide sur une enveloppe pressée intérieurement. En réalité, les bras, par leur résistance à l'extension, contrarient cette tendance. Entre les bras, la force centrifuge agit comme sur une poutre encastree aux extrémités et y produit la flexion. La jante se déforme donc en une série de lobes continus, dont la convexité est tournée vers l'intérieur. Il en résulte des sollicitations complexes de la jante et des bras.

(1) Généralisation de la méthode donnée par M. UNWIN : *Elements of machine design*. London, 1897.

Dans les calculs suivants, nous employerons les notations ci-après (fig. 8) :

- R rayon moyen du volant ;
 l longueur du bras, distance de centre à centre des assemblages à la jante et au moyeu ;
 r rayon du moyeu compté jusqu'au centre de l'assemblage du bras ;
 2α angle de deux bras consécutifs ;

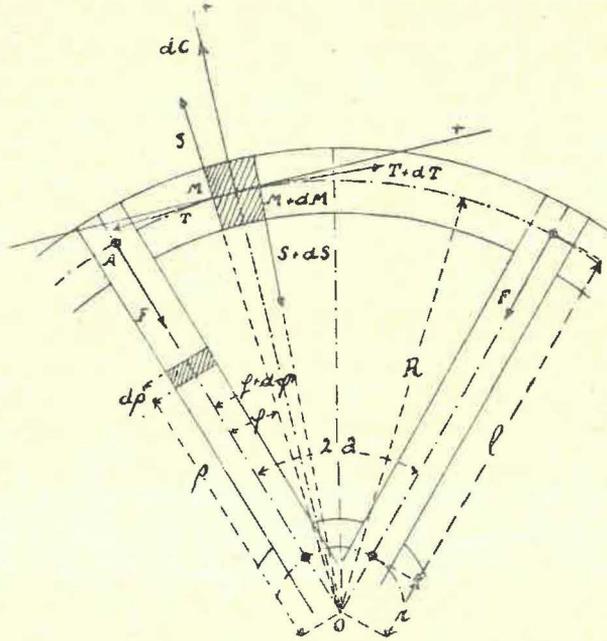


FIG. 8.

- A section de la jante (supposée uniforme) ;
 A₁ section d'un bras (id. id. voir note page 35) ;
 G poids spécifique du métal de la jante ;
 G₁ id. id. id. des bras ;
 E coefficient d'élasticité de la jante ;
 E₁ id. id. des bras ;
 ω vitesse angulaire du volant (constante) ;
 v vitesse linéaire à la circonférence moyenne du volant (constante) ;
 g constante gravifique.

Considérons un prisme élémentaire de la jante compris entre deux sections radiales faisant respectivement avec l'axe du bras A pris pour origine, un angle φ et $(\varphi + d\varphi)$.

Ce prisme est soumis à une force centrifuge :

$$dC = \frac{G}{g} ARd\varphi, \quad \frac{v^2}{R} = \frac{G}{g} Av^2d\varphi.$$

Nous pouvons composer les tensions élémentaires développées dans chacune des sections φ et $(\varphi + d\varphi)$ en un couple de moment M et $(M + dM)$, et en une résultante située par raison de symétrie dans le plan moyen du volant, que nous décomposerons suivant le rayon et la tangente, en une force tangentielle à la section S et $(S + dS)$, et une force normale à la section T et $(T + dT)$.

Le prisme élémentaire est en équilibre sous l'action de ces forces et de dC .

Ecrivons les équations d'équilibre en adoptant pour axes coordonnés le rayon moyen du prisme et la tangente, au point où ce rayon rencontre la circonférence moyenne de la jante.

En négligeant les infiniment petits du second ordre, et en remarquant que :

$$\sin \frac{d\varphi}{2} = \frac{d\varphi}{2} \qquad \cos \frac{d\varphi}{2} = 1.$$

$$\frac{G}{g} Av^2d\varphi - Td\varphi - dS = 0. \qquad (1)$$

$$dT - Sd\varphi = 0 \qquad (2)$$

Prenant les moments par rapport au centre O :

$$dM - RdT = 0 \qquad (3)$$

Pour arriver à connaître les valeurs de S, T et M en fonction de φ , il faut intégrer et déterminer les constantes d'intégration :

L'équation (1) peut s'écrire :

$$\frac{dS}{d\varphi} = -T + \frac{G}{g} Av^2. \qquad (1bis)$$

Différentions par rapport à φ :

$$\frac{d^2S}{d\varphi^2} = -\frac{dT}{d\varphi}$$

Mais (2) :

$$\frac{dT}{d\varphi} = S$$

D'où :

$$\frac{d^2S}{d\varphi^2} + S = 0$$

Posons :

$$\frac{dS}{d\varphi} = p$$

$$\frac{d^2S}{d\varphi^2} = \frac{dp}{d\varphi} = \frac{dp}{dS} \cdot \frac{dS}{d\varphi} = p \frac{dp}{dS}$$

D'où :

$$p dp + S dS = 0$$

$$\frac{p^2}{2} = -\frac{S^2}{2} + \frac{C}{2}$$

$$p = \pm \sqrt{C - S^2}$$

Conséquemment :

$$\frac{dS}{d\varphi} = \pm \sqrt{C - S^2}$$

$$\frac{dS}{\pm \sqrt{C - S^2}} = d\varphi$$

Intégrons :

$$\varphi + C_1 = \pm \arcsin \frac{S}{\sqrt{C}}$$

$$S = \sqrt{C} (\sin \varphi \cos C_1 \pm \cos \varphi \sin C_1)$$

du type $S = a \sin \varphi + b \cos \varphi$ (4)

D'où pour :

$$\varphi = 0 \quad S_0 = b$$

$$\varphi = 2x \quad S_{2x} = a \sin 2x + b \cos 2x$$

Mais par symétrie, tous les bras étant identiques :

$$S_0 = - S_{2\alpha}$$

Ces forces sont égales chacune à la moitié de la force totale $-F$, réaction du bras sur la jante :

$$S_0 = -\frac{F}{2} = b \quad (5)$$

$$S_{2\alpha} = \frac{F}{2} = a \sin 2\alpha - \frac{F}{2} \cos 2\alpha$$

D'où
$$a = \frac{F}{2 \operatorname{tg} \alpha} \quad (6)$$

On obtient en substituant dans (4) :

$$S = -\frac{F}{2} \frac{\sin(\alpha - \varphi)}{\sin \alpha}$$

Pour	$\varphi = 0$	$S = -\frac{F}{2}$
	$\varphi = \alpha$	0
	$\varphi = 2\alpha$	$+\frac{F}{2}$

Etablissons maintenant l'expression de T. (4) donne par différentiation :

$$\frac{dS}{d\varphi} = \alpha \cos \varphi - b \sin \varphi$$

Remplaçant a et b par leurs valeurs :

$$\frac{dS}{d\varphi} = \frac{F \cos(\alpha - \varphi)}{\sin \alpha}$$

Introduisant dans (1bis), il vient :

$$T = \frac{G}{g} A v^2 - \frac{F}{2} \frac{\cos(\alpha - \varphi)}{\sin \alpha} \quad (7)$$

Pour	$\varphi = 0$	$T = \frac{G}{g} Av^2 - \frac{F}{2tg\alpha}$
	$\varphi = \alpha$	$\frac{G}{g} Av^2 - \frac{F}{2 \sin \alpha}$
	$\varphi = 2\alpha$	$\frac{G}{g} Av^2 - \frac{F}{2tg\alpha}$

Etablissons enfin l'expression de M. — L'intégration de (3) donne :

$$M = RT + C_2$$

$$M = \frac{G}{g} ARv^2 - \frac{FR \cos(\alpha - \varphi)}{2 \sin \alpha} + C_2 \quad (8)$$

Pour déterminer C_2 , nous remarquons que pendant la déformation élastique, l'angle au centre de l'arc ne varie pas.

Une formule bien connue (*) donne la relation :

$$\int_0^{2\alpha} \frac{M}{EI} R d\varphi = 0$$

(*) Dans le cas d'une pièce courbe, dont les rayons de courbure sont respectivement avant et après déformation ρ' et ρ , on a entre ces rayons, le moment fléchissant M, le coefficient d'élasticité E et le moment I d'inertie, la relation :

$$\frac{1}{\rho'} - \frac{1}{\rho} = \frac{M}{EI}$$

sur une longueur d'arc ds , mesurée avant et après déformation :

$$ds = \rho' d\varphi'$$

$$ds = \rho d\varphi$$

substituant :

$$\frac{d\varphi' - d\varphi}{ds} = \frac{EI}{M}$$

Par intégration :

$$\varphi' - \varphi = \int_s^s \frac{M}{EI} ds$$

Si l'angle au centre reste constant $\varphi' - \varphi = 0 = \int_s^s \frac{M}{EI} ds$

Dans le cas présent :

$$s = R\varphi \quad ds = R d\varphi$$

et φ varie de 0 à 2α .

Remplaçons M par sa valeur (8), on trouvera :

$$C_2 = -\frac{G}{g} ARv + \frac{FR}{2\alpha} \quad (9)$$

D'où finalement :

$$M = \frac{FR}{2} \left(\frac{1}{\alpha} - \frac{\cos(\alpha - \varphi)}{\sin \alpha} \right) \quad (10)$$

Pour	$\varphi = 0$	$M = \frac{FR}{2} \left(\frac{1}{\alpha} - \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha} \right)$
	$\varphi = \alpha$	$= \frac{FR}{2} \left(\frac{1}{\alpha} - \frac{1}{\sin \alpha} \right)$
	$\varphi = 2\alpha$	$\frac{FR}{2} \left(\frac{1}{\alpha} - \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha} \right)$

Pour connaître complètement S , T et M , il faut encore déterminer la réaction F du bras.

Nous nous baserons pour rechercher cette valeur sur ce que l'allongement d'un bras sous l'action de la force centrifuge agissant suivant son axe, doit correspondre à l'allongement de la circonférence moyenne du volant résultant de la dilatation qu'y produisent les tractions T .

Recherchons d'abord l'allongement du bras.

Le bras est soumis dans une section normale, à la traction F et à sa force centrifuge propre, qui s'ajoute à cette traction.

Considérons un prisme élémentaire $dA_1 d\rho$ situé à la distance ρ du centre. Son poids est :

$$G_1 A_1 d\rho \quad (*)$$

sa vitesse :

$$v \frac{\rho}{R}$$

(*) Dans les calculs suivants, nous supposerons A_1 constante, c'est-à-dire que le bras est de section uniforme. Dans certains types A_1 varie et est fonction de ρ . Mais cette variation est généralement faible, et on peut dans ce cas supposer sans grande erreur A_1 constante et égale à la section moyenne du bras.

sa force centrifuge est donc :

$$dC_1 = \frac{G_1 A_1 d\rho}{g} \frac{\left(\frac{v \rho}{R}\right)^2}{\rho} = \frac{G_1 A_1}{g} \frac{v^2 \rho}{R^2} d\rho$$

Sur cet élément agit la force F et la force centrifuge C₁ de la partie du bras comprise entre cette section et l'extrémité A.

$$\begin{aligned} F + C_1 &= \int_{\rho}^{r+l} \frac{G_1}{g} A_1 \frac{v^2 \rho}{R^2} d\rho + F \\ &= \frac{G_1}{g} A_1 \frac{v^2}{2R^2} [(r+l)^2 - \rho^2] + F \quad (11) \end{aligned}$$

Sous l'action de cette traction, le prisme élémentaire s'allonge. Cet allongement sur le bras entier est :

$$\begin{aligned} \Delta R &= \int_r^{r+l} \frac{G_1}{g} A_1 \frac{v^2}{2R^2} [(r+l)^2 - \rho^2] \frac{d\rho}{A_1 E_1} + \int_r^{r+l} \frac{F d\rho}{A_1 E_1} \\ &= \frac{G_1 v^2}{g E_1} \frac{l}{3} \left[\left(\frac{l}{R}\right)^2 + \frac{3}{2} \frac{lr}{R^2} \right] + \frac{Fl}{A_1 E_1} \quad (12) \end{aligned}$$

Calculons d'autre part l'allongement que subit la jante sous l'action des tractions T. Nous évaluerons cette quantité sur l'arc compris entre deux bras, dont l'angle au centre est 2 α .

$$\Delta (2R\alpha) = 2 \int_0^{\alpha} \frac{TR d\varphi}{AE}$$

2 α étant constant :

$$\Delta (2R\alpha) = 2\alpha \Delta R$$

$$\Delta R = \frac{1}{\alpha} \int_0^{\alpha} \frac{TR d\varphi}{AE} = \frac{R}{E} \left(\frac{G}{g} v^2 - \frac{F}{2A\alpha} \right) \quad (13)$$

Egalant (12) et (13), on a finalement :

$$F = \frac{v^2}{g} \frac{GR}{E} - \frac{G_1 l}{3E_1} \left[\left(\frac{l}{R} \right)^2 + \frac{3 l r}{2 R^2} \right] \quad (14)$$

$$\frac{l}{A_1 E_1} + \frac{R}{2A\alpha E}$$

Si le volant est homogène :

$$G = G_1 \quad E = E_1$$

et vu les valeurs relatives de r à l et R , on peut écrire sans grande erreur,

$$r = 0 \quad l = R$$

Alors :

$$F = \frac{2}{3} \frac{G}{g} v^2 \frac{2A_1 A \alpha}{2A\alpha + A_1} \quad (14bis)$$

On retombe ainsi sur la formule d'Unwin.

Dans le cas que nous avons examiné, nous avons fait ces mêmes hypothèses, sauf la première, les poids spécifiques de la jante et des bras étant différents :

$$F = \frac{2}{3} \frac{v^2}{g} (3G - G_1) \frac{AA_1\alpha}{2A\alpha + A_1}$$



EXPOSITION DE DUSSELDORF

L'ALUMINOTHERMIE

PAR V. FIRKET

Ingénieur au Corps des mines,
Répétiteur à l'Université de Liège.

Le procédé aluminothermique du docteur Hans Goldschmidt, d'Essen, est basé sur les propriétés réductrices de l'aluminium métallique.

L'inventeur a donné le nom de « Thermit » au mélange intime de l'aluminium pulvérulent et de l'oxyde à réduire, et il provoque la réaction, sans aucun chauffage préalable de ce mélange non plus que du vase réfractaire qui le contient, par inflammation d'une petite quantité d'une poudre spéciale contenant du peroxyde de baryum, inflammation qui se propage rapidement dans la masse avec un dégagement de chaleur considérable. L'aluminium n'étant pas volatil, il ne se produit ni gaz ni vapeur, et la réaction est tranquille.

Le docteur Goldschmidt utilise de diverses façons les hautes températures ainsi réalisées, le métal réduit obtenu à l'état fondu et exempt de carbone et enfin la scorie contenant de l'alumine résultant de la combustion de l'aluminium. Ses premiers travaux dans cette voie datent de 1895, et il a fait connaître son procédé à l'assemblée générale de la Société Electro-technique allemande tenue à Leipzig

en 1898. L'*Allgemeine Thermit Gesellschaft*, qu'il a créée en 1897, exposait à Paris en 1900; au Congrès des mines et de la métallurgie, de la même année, un mémoire sur l'aluminothermie a été présenté par M. Clerc à la séance du 22 juin (1); la *Revue Industrielle* lui a également consacré un article dans son numéro du 10 novembre 1900.

Toutefois, l'on en était encore en 1900 à la période des essais, mais les diverses applications du procédé, devenues réellement industrielles, se sont depuis rapidement développées, spécialement en Allemagne; elles se sont également introduites en Russie et en Angleterre, et plusieurs usines belges en ont fait l'essai.

L'aluminothermie reste malgré cela peu connue dans notre pays et nos principales revues techniques la mentionnent à peine; j'ai cependant trouvé dans les *Annales de l'Association des Ingénieurs de Gand*, tome I, 1902, une note de M. J.-B. Ménart, qui donne le principe du procédé, d'après le rapport déjà cité de M. Clerc.

Les nombreux ingénieurs et industriels belges qui se sont rendus à Dusseldorf auront, pour la plupart, visité le pavillon Goldschmidt (n° 79 du plan) où se trouvent réunis le matériel et les produits de l'*Allgemeine Thermit Gesellschaft*; il s'y faisait assez fréquemment des démonstrations publiques des procédés de soudure aluminothermique.

Ces procédés attirent actuellement l'attention de beaucoup de nos techniciens et présentent ainsi un intérêt d'actualité. C'est ce qui m'a déterminé à consacrer aux découvertes du docteur Goldschmidt, le premier article rédigé pour les *Annales des Mines de Belgique*, à la suite de la mission qui m'a été confiée par M. le Ministre de l'Industrie et du Travail, sur l'imposante manifestation industrielle de Dusseldorf.

(1) *Bulletin de la Société de l'industrie minérale*, t. XV, 1901.

Je dois à l'obligeance du représentant en Belgique de l'*Allgemeine Thermit Gesellschaft*, M. A. Champy, ingénieur à Anvers, de nombreux documents et renseignements qui m'ont facilité la rédaction de ce qui suit, ainsi que les quelques clichés insérés dans le texte.

Étude théorique du procédé.

Le pouvoir réducteur de l'aluminium métallique, sa grande affinité pour l'oxygène et son pouvoir calorifique élevé sont connus depuis longtemps.

Depuis sa préparation en 1854, en quantité notable, par Henri Sainte-Claire-Deville, de nombreux savants ont étudié la réduction des oxydes métalliques par l'aluminium; mais, cette question ne pouvait sortir du domaine de la science pure qu'après la découverte d'un procédé économique de production de l'aluminium.

Le coût élevé du métal obtenu par Deville ne permettait aucune utilisation industrielle de ses propriétés remarquables; depuis qu'il se prépare en grande quantité au four électrique, il n'en est plus de même. A ce sujet, le tableau publié par M. Ménart, dans son travail précité, est intéressant; il donne, de 1885 à 1898, la production et le prix de l'aluminium et l'on y voit que, tandis que l'une s'élevait de 13,100 à 4,030,000 kilogrammes, l'autre durant la même période fléchissait de 125 francs à fr. 2-75 le kilog.

Depuis quelques années, les recherches ont été poursuivies simultanément en Amérique, en Allemagne et en France, en vue de rendre pratique l'utilisation des propriétés réductrices de l'aluminium. On trouvera dans le travail de M. Clerc, des renseignements au sujet de ces recherches.

Il est d'autre part question des premiers travaux d'aluminothermie dans les divers articles publiés par M. P. Chalon, dans la *Revue Universelle des Mines et de la*

Métallurgie, en ce qui concerne les applications de l'électrométallurgie. C'est ainsi que, dans son premier mémoire (t. XLV, 1899), il mentionne que divers chimistes ont proposé d'utiliser la grande chaleur de combustion de l'aluminium, pour produire de hautes températures et réduire certains oxydes métalliques; il cite la préparation de petites quantités de chrome, titane et manganèse et l'obtention de températures de 3,000°, en ajoutant qu'il ne s'agit que d'essais.

Le même auteur, en exposant dans le tome XLIX de la dite *Revue* les progrès de l'électrométallurgie en 1899, s'occupe, au chapitre de l'aluminium, des travaux de MM. Goldschmidt, Sautin et Franck; ce dernier cherchait à obtenir du phosphore.

Enfin, dans son rapport sur 1900 (*Rev. Univ.*, t. LV), M. P. Chalon décrit sommairement le procédé Goldschmidt pour la soudure des rails.

Ajoutons que dans le même numéro de la *Revue Universelle*, l'auteur d'un travail consacré au joint Falk mentionne le procédé Goldschmidt comme l'application la plus récente de la soudure électrique.

Se fondant sur ce que l'aluminium est un produit de l'électrométallurgie, M. Clerc, à la page 593 du mémoire déjà cité, dit que l'on peut considérer le creuset dans lequel s'opère la réaction, comme un four électrique secondaire.

Cette dénomination ne me paraît pas justifiée et l'aluminothermie est sans aucun rapport avec l'électrométallurgie; d'autre part, elle se distingue très nettement, dans son mode d'action et dans ses effets, des procédés de soudure électrique qui rencontrent en elle un concurrent redoutable.

Lors de sa récente communication faite à l'assemblée générale des chimistes allemands réunie à Dusseldorf le 23 mai 1902 (1), M. H. Goldschmidt a tout d'abord rappelé

(1) Voir *Zeitschrift für Angewandte Chemie*, 1902, n° 28.

qu'en 1898, à Leipzig, M. Ostwald caractérisa d'une façon humoristique le nouveau procédé en disant que c'était « un haut-fourneau et une forge dans une poche de gilet ». Voulant justifier cette boutade, l'auteur s'est efforcé de rendre tangible par quelques chiffres, la grande énergie intrinsèque du mélange auquel il a donné le nom de *thermit*. Je résumerai ci-dessous cette partie de sa communication, qui renferme les divers renseignements numériques affichés dans le pavillon Goldschmidt, à Dusseldorf.

En reproduisant d'après von Landolt et Börstein (2^{me} édition, 1894), le tableau des chaleurs de combustion dans l'oxygène, l'auteur y ajoute, pour l'aluminium, le chiffre de 7,140 calories qu'il doit au D^r Strauss, chef du laboratoire de la firme F. Krupp.

Faisant abstraction des quantités perdues par conductibilité et rayonnement, et admettant qu'un kilogramme de fer est produit par 0^k484 d'aluminium suivant la réaction $Al^{\ell} + Fe^{\circ}O^3 = Fe^{\circ} + Al^{\circ}O^3$, il établit que la combustion de l'aluminium fournit 3,455^{cal}.76, dont 1,768 sont absorbées par la réduction du fer, 337 pour la fusion de celui-ci et son échauffement à 1,600°, et 425.71 pour la fusion de la scorie. Il en résulte que, par kilogramme de fer produit, il reste disponible 925^{cal}.05 et par kilogramme de mélange renfermant 50 p. c. de fer, environ 450 calories.

Quant à la vitesse de combustion de ce mélange, il affirme qu'elle est de 1 à 2 secondes par kilog. pour une quantité voisine de 10 kilog., ce qui rend disponibles par seconde 300 calories, énergie qu'il réduit en chevaux et en watts, afin de la comparer à ce qui est absorbé par un arc électrique.

On trouve facilement que cette énergie est comparable à celle de 30,000 ampères, sous la tension de 40 volts.

Admettant ensuite, ce que l'expérience confirme, que l'on peut brûler 100 kilog. de thermit en 15 secondes, il établit

de même qu'il se dégage par seconde 3,000 calories, ce qui correspond à un arc de 300,000 ampères à 40 volts.

Un tel dégagement de chaleur dans un volume aussi faible n'est pas atteint même dans les fours électriques, et l'auteur affirme que la température réalisée par le thermit surpasse celle des fours à carbure ; mentionnant un travail de Gintl sur la fusion de l'alumine au four électrique, il rappelle que l'on n'a pu obtenir qu'une fusion pâteuse, même en présence d'un peu de silice. Or, par la combustion du thermit, même par petites quantités, on obtient à l'état liquide de l'alumine qui ne contient que très peu d'oxyde de fer.

Poursuivant sa comparaison entre l'énergie du four électrique et celle du thermit, qu'il exprime en *ergs*, sans autre utilité que d'obtenir des nombres plus imposants, M. Goldschmidt prend comme exemple le four Stassano d'un mètre cube de capacité, absorbant 500 chevaux ; il établit très simplement que dans le cas de la combustion de 10 kilog. de thermit en 16 secondes, l'énergie par centimètre cube dégagée par ce mélange est 1,000 fois celle du dit four Stassano. Il a, de plus, consigné dans un tableau qui est reproduit dans son pavillon, tous les chiffres exprimant d'une part l'énergie totale et l'énergie disponible en calories, en chevaux et en ergs, de 10 kilog. de thermit brûlant en 15 secondes dans un volume de 3,500 centimètres cubes ; d'autre part, l'énergie absorbée par un four à carbure de 50 litres, consommant 500 chevaux. En rapportant tout au centimètre cube et à la seconde, on trouve que le thermit possède une énergie totale égale à 188 fois, et une énergie disponible égale à 50 fois celle du four à carbure.

Après une démonstration expérimentale de la vitesse de combustion de son mélange, M. Goldschmidt a fourni à son auditoire quelques renseignements relatifs aux applications de l'aluminothermie, tout en faisant remarquer que

ce procédé, quittant le domaine de la chimie, est entré dans celui des ingénieurs constructeurs.

Dans ces applications, qui font l'objet du chapitre suivant, on utilise soit le métal réduit, soit simplement la haute température des matières fondues, soit enfin la scorie produite, sorte de corindon artificiel, désigné sous le nom de *corubin* par l'inventeur.

Applications de l'aluminothermie.

Dans les paragraphes suivants, j'examinerai successivement la soudure autogène des tuyaux, les procédés de soudure des rails et des barres, l'emploi en fonderie du thermit et du titan-thermit, la production et l'utilisation des métaux exempts de carbone et les usages du « Corubin ».

Soudure autogène des tuyaux en fer et en acier.

La soudure des éléments constituant une conduite pour vapeur, air comprimé, gaz, eau chaude, liquides caustiques, etc., en supprimant les joints, met à l'abri des fuites et des inconvénients bien connus qui en résultent.

Le prix de la soudure est d'autre part inférieur à celui d'un bon joint, ce qui contribuera évidemment au succès du procédé qui a trouvé des applications nombreuses depuis la fin de 1899. Il en est fait mention dans le travail déjà cité de M. Clerc, et l'on y voit cinq figures montrant la série des opérations pour la soudure de tubes horizontaux.

L'appareil de serrage a été depuis amélioré; la figure 1 représente celui qui était exposé à Dusseldorf; il maintient l'une contre l'autre les deux extrémités à souder, préalablement rafraîchies à la lime et au papier de sable.

A l'endroit du joint, on adapte un moule en tôle entouré de sable fin, légèrement humide, soutenu par une boîte

extérieure également en tôle; les figures 2 et 3 montrent les dispositions en usage dans le cas de tuyaux horizontaux et verticaux.

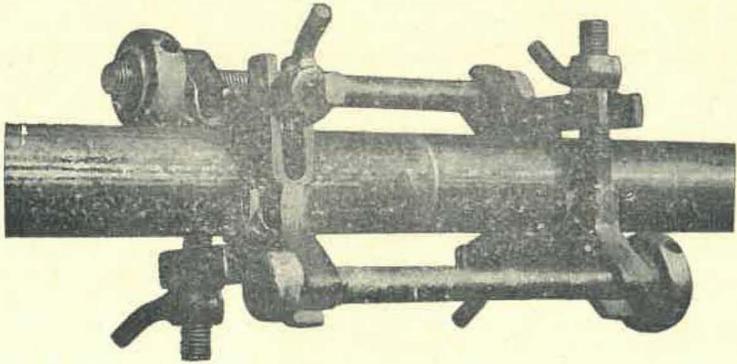


FIG. 1. — Tubes avec appareil de serrage.

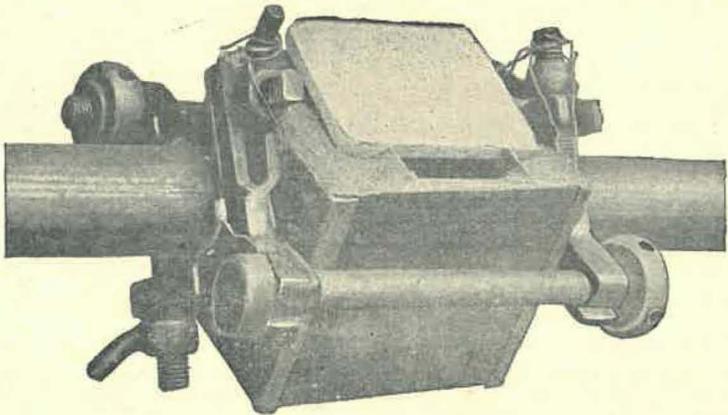


FIG. 2. — Tubes horizontaux avec moule et enveloppe.

La forme et les dimensions du moule varient avec le diamètre et l'épaisseur des tubes à souder; une brochure de l'*Allgemeine Thermit Gesellschaft* donne à ce sujet des renseignements complets, sous forme de tableau, pour les

diamètres de 19 à 165 millimètres; on y trouve également la quantité de thermit nécessaire pour chaque soudure et le numéro du creuset à employer.

Une portion convenable du mélange, dont on vérifie l'homogénéité, étant placée dans ce creuset, on y ajoute une petite quantité de la poudre d'allumage et on en détermine

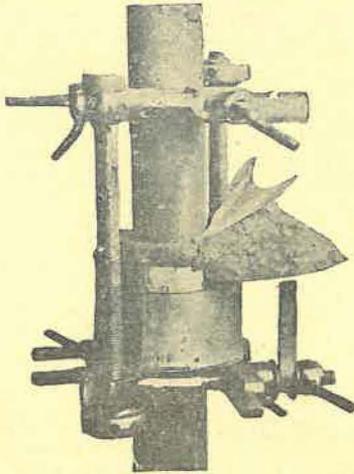


FIG. 3. — Tubes verticaux (moule avec canal de coulée).

l'ignition au moyen d'une allumette spéciale. L'opérateur, les yeux protégés par des lunettes noires, achève ensuite de verser dans le creuset la quantité voulue de thermit, dont la combustion est complète après quelques secondes. Il soulève alors le creuset au moyen d'une pince et en déverse le contenu dans le moule.

Cette opération réclame une certaine adresse et il faut éviter que le jet de métal fondu ne vienne en contact direct avec le tuyau; celui-ci est toutefois protégé par la brique plate représentée dans la figure 2; d'autre part, la scorie qui, coulée en premier lieu, se fige rapidement sur les parois

métalliques froides, empêche le contact du fer thermit et des pièces à souder. La masse incandescente, remplissant le moule, a ici pour rôle unique de porter ces pièces à une haute température; il suffit ensuite de serrer les boulons visibles dans les figures ci-dessus pour exercer sur le joint une pression qui détermine la soudure.

Dans le tableau de la brochure spéciale déjà citée, on trouve, pour les divers diamètres, le temps qui doit s'écouler entre le remplissage du moule et le serrage des boulons; il varie de 1/2 minute à 2 1/4 minutes.

Après démoulage, on détache l'anneau de scorie et de métal qui n'adhère pas à la pièce soudée.

Le procédé de soudure autogène ci-dessus décrit est réalisé rapidement au moyen d'un matériel peu compliqué et peu coûteux; la consommation de thermit est assez minime; elle est de 1^{kil}.10 par joint pour les tubes de 51 millimètres de diamètre intérieur et de 4 millimètres d'épaisseur.

Depuis la fin de 1899, il a été fait avec succès de nombreuses applications du procédé et l'on pouvait voir à Dusseldorf une conduite de vapeur fonctionnant à 11 atmosphères, longue de 100 mètres et comprenant une vingtaine de soudures.

Dans le pavillon Goldschmidt étaient exposés, outre le matériel représenté par les figures ci-dessus, divers tubes essayés à l'écrasement dont la soudure a bien résisté, et des éprouvettes, essayées à la traction, prélevées sur un tube soudé. J'ai noté, à titre d'exemple, les résultats d'un essai de ce genre déjà cité dans le numéro indiqué de la *Revue Industrielle*: tandis qu'une éprouvette sans soudure provenant du même tube a résisté, avant rupture, à 38^{kil}.5 par millimètre carré, avec un allongement de 15 %, celle qui comprend la soudure donne 36^{kil}.8 et 11.5 %; la

rupture s'est au surplus produite à une certaine distance du joint.

Le procédé de soudure autogène, qui convient tout spécialement pour la soudure des tuyaux, a été appliqué également aux rails et aux barres de toutes espèces; il ne donne toutefois de bons résultats que pour les sections ne dépassant pas 100 centimètres carrés; pour les barres plus grosses l'inventeur préconise l'interposition entre les pièces à souder de fer thermit, ou la coulée autour de ces pièces d'un anneau du même métal, en opérant comme il sera dit plus loin.

Soudure des rails.

Les avantages des joints soudés, spécialement pour les lignes de tramways à traction électrique, sont bien connus. Ils concernent la douceur du roulement, l'usure plus régulière des rails, leur bonne conservation et celle du matériel roulant; la conductibilité électrique de la voie est en outre meilleure et l'on peut supprimer les fils de connexion en cuivre utilisés généralement pour assurer le retour du courant.

L'expérience a dès maintenant démontré le peu de fondement des objections théoriques basées sur l'action de la dilatation, tout au moins pour les voies de tramways. Le problème à résoudre n'est donc plus de savoir s'il faut souder les rails, mais uniquement de rechercher le meilleur procédé à adopter pour réaliser cette soudure sans qu'il en résulte une altération nuisible des propriétés mécaniques et de la nature physique ou chimique du métal.

Trois procédés sont actuellement en présence: la soudure électrique par les courants de grande intensité; le joint Falk, qui englobe les bouts de rails dans une sorte de man-

chon de fonte, coulé sur place ; enfin, le procédé aluminothermique du docteur Goldschmidt.

Le système Falk, d'origine américaine, a été utilisé à Bruxelles. Il nécessite une véritable usine ambulante comprenant cubilot, générateur et moteur à vapeur, ventilateur, etc.; on ne peut mettre en mouvement cet ensemble encombrant qu'après la préparation de cinquante à septante joints, ce qui oblige à laisser la voie inachevée assez longtemps et constitue une entrave à la circulation.

En outre, certains ingénieurs reprochent au joint Falk de constituer non pas une soudure, mais une simple éclisse en fonte dépourvue d'élasticité, créant ce que l'on appelle des points durs; d'autres appréhendent une altération du rail par le carbone de la fonte.

Quant à la soudure électrique, dont il a été beaucoup question il y a quelques années, elle ne semble pas avoir progressé; elle exige un matériel encore plus encombrant que le système Falk et une dépense d'énergie élevée. Par suite d'un chauffage prolongé à très haute température, la texture du métal, dans le voisinage du joint, est modifiée d'une façon très défavorable ainsi que l'a rappelé M. Howe, à la suite de la communication de M. Clerc, au Congrès de Paris en 1900. Cet illustre métallurgiste semble craindre que le procédé Goldschmidt n'ait les mêmes conséquences néfastes. A la séance du 23 juin, M. E. Vanderheyem, ingénieur de la Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée, a relevé l'observation du professeur Howe. Il a tout d'abord déclaré qu'il reste très difficile de bien souder l'acier à lui-même; puis, rappelant les travaux décisifs, sur le forgeage et les effets du refroidissement brusque, du professeur Tschernhoff qui présidait la séance, il a émis l'avis que le refroidissement nécessairement rapide de l'acier fondu entre les deux pièces froides et très rapprochées produira,

au point de vue de la texture, le même effet que le martelage (1).

Au contraire, lors de la soudure électrique, une partie notable des rails est portée à une haute température et les régions voisines, déjà échauffées, ne peuvent après l'opération déterminer un abaissement suffisamment rapide de la température de la soudure.

Ces considérations théoriques, qui cependant peuvent être discutées, semblent donc établir la supériorité du procédé aluminothermique.

Des essais métallographiques seraient d'une grande utilité pour l'étude de cette question et pour la comparaison des divers procédés de soudure. Dans cette ordre d'idées, jé ne connais que cinq clichés de fer thermit dûs à un laboratoire de Cambrigde et reproduits dans le numéro du 22 mars 1902, de l'*Engineering*.

Le système Goldschmidt, grâce à la haute température qu'il réalise, donne une soudure réelle; il s'effectue à l'abri de l'air, en dehors de toute cause d'altération de la composition du métal du rail. Il a déjà reçu la sanction de la pratique, spécialement depuis environ un an, après l'invention par le docteur Goldschmidt du creuset à coulée automatique qu'il a décrit dans le numéro 21 de *Stahl und Eisen*, du 1^{er} novembre 1901.

Dans la méthode indiquée par M. Clerc, on obtenait une soudure autogène difficile à réussir pour des rails de 50 kilogrammes par mètre; il n'avait été fait d'ailleurs à cette époque que des essais, notamment à Essen.

En déversant la scorie hors du creuset avant de couler le métal fondu dans le moule, on a cherché à souder ce métal au rail; mais, outre qu'il en résulte une perte impor-

(1) *Industrie minérale*, t. XV, p. 633.

tante de calorique, il reste toujours un peu de scorie, qui nuit au résultat.

Le creuset représenté schématiquement par la figure 4, permet d'introduire en premier lieu dans le moule le métal thermit exempt de scorie; formé d'une enveloppe en tôle avec un garnissage réfractaire très soigné, il est de

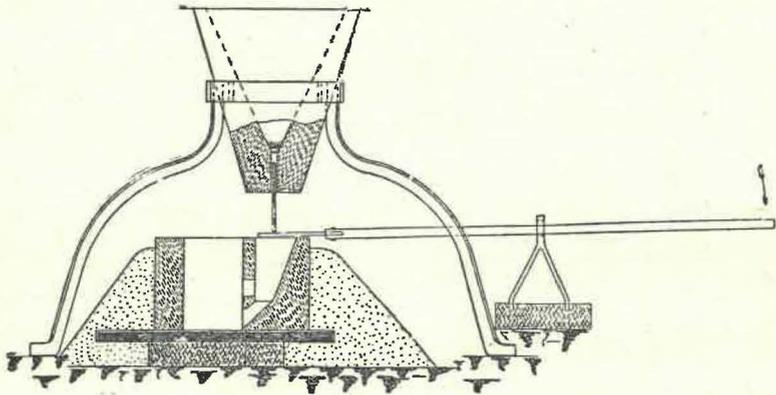


FIG. 4. — Creuset à coulée automatique.

forme conique; ses dimensions intérieures sont 0^m37 de haut et 0^m33 d'ouverture; il repose sur un trépied et est surmonté d'un couvercle percé d'une ouverture pour l'allumage. Il possède à son extrémité inférieure un trou de coulée de 30 à 60 millimètres de long et de 8 à 12 millimètres de diamètre légèrement évasé vers le haut.

Ce trou de coulée est bouché avant le remplissage du creuset, par une petite rondelle de tôle de 20 à 30 millimètres de diamètre enfoncée dans son orifice supérieur et recouverte d'une mince feuille d'amiante et d'un peu de sable; la tige métallique, visible dans la figure, repose sur

l'extrémité d'un levier de manœuvre de telle façon que sa pointe reste à environ 1 millimètre sous la rondelle précitée. En abaissant brusquement l'extrémité opposé du levier, on provoque la coulée en arrachant la rondelle de fermeture ; il faut alors déplacer vivement le levier, pour qu'il ne soit

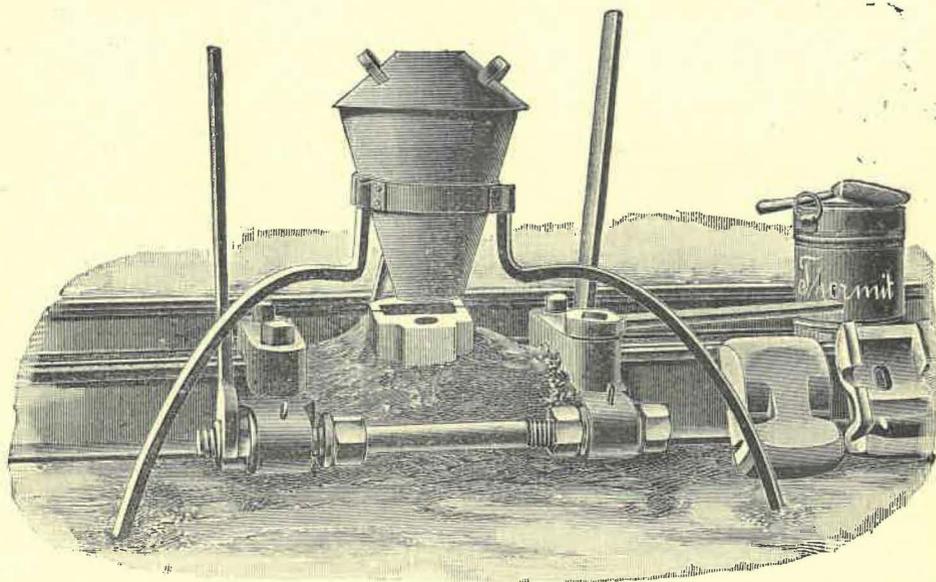


FIG. 5.

pas atteint par le jet de métal qui fond la rondelle et la tige et percerait le levier si on ne le mettait hors de son atteinte.

D'après l'auteur, ce jet suffit pour trouser une tôle de 20 à 25 millimètres d'épaisseur, avec une hauteur de chute de 10 à 20 centimètres et une consommation de 2 1/2 kilogrammes de thermit.

La figure 5 montre la disposition adoptée pour la soudure des rails ; on y voit les vis de serrage et les deux

parties du moule réfractaire qui comporte un orifice de coulée latéral.

Les extrémités à souder sont nettoyées à la lime et très soigneusement séchées de même que le moule, dont les deux pièces sont assemblées par une pince à vis; on les entoure de terre et de sable pour assurer l'étanchéité du moule.

La coulée s'effectue comme il a été dit et le métal vient entourer le patin et une partie de l'âme, tandis que la scorie

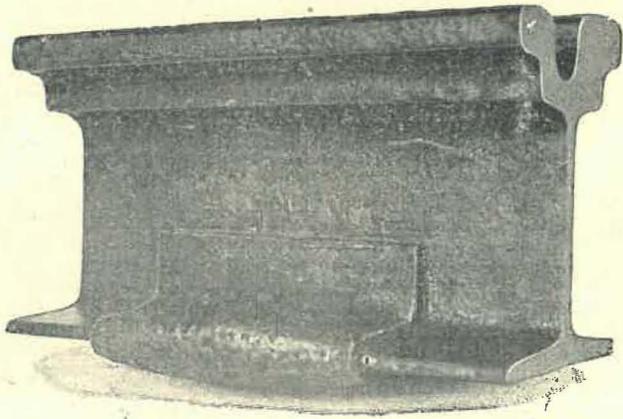


FIG. 6.

chauffe le bourrelet de telle façon que le serrage des vis en détermine la soudure.

Cette soudure peut être parachevée à la lime; elle présente alors l'aspect de la figure 6.

La coupe de la figure 7 montre qu'il y a union intime entre le métal du patin et le fer thermit qui constitue une sorte d'éclisse; plusieurs coupes de ce genre étaient exposées à Dusseldorf.

Dans son mémoire de novembre 1901, déjà cité, M. Goldschmidt rapporte les résultats d'une série de six essais de rails à gorge autour desquels il a été coulé du fer

thermit; il en résulte que la résistance à la traction, qui était de 68.9 à 84.7 kilogrammes par millimètre carré, a été abaissée à 66.2 à 80.8 kilogrammes, tandis que l'allongement de 8 à 16.5 % descendait à 9.5 à 12 %.

L'auteur estime que cette diminution de la résistance est

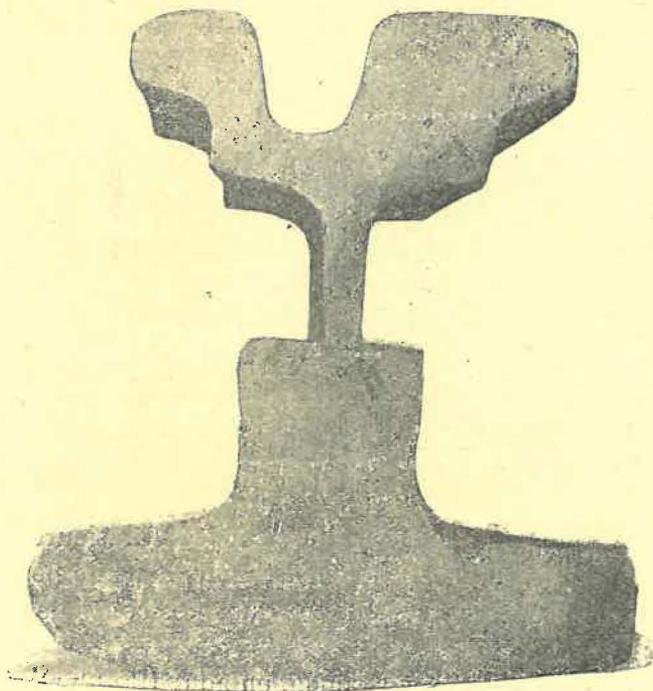


FIG. 7.

compensée largement par la forte éclisse constituée sous le patin par le fer thermit.

Voici d'ailleurs, en ce qui concerne ce fer, quelques chiffres dont j'ai pris note à Dusseldorf; ils se rapportent à une barrette exposée, ayant donné à la traction 39 kilogrammes par millimètre carré et 19 % d'allongement et qui contient :

Carbone	0.10 %
Manganèse	0.08 %
Soufre	0.03 %
Phosphore	0.04 %
Silicium	0.09 %
Cuivre	0.10 %

Les premiers essais de soudure de rails par le procédé qui vient d'être décrit, ont eu lieu à Berlin, Dresde et Brunswick. Pendant l'hiver de 1900-1901, alors que la température descendait parfois à 20° Réaumur sous zéro, l'inventeur affirme qu'il ne s'est produit que 1 à 2 % de rupture; il n'a, d'autre part, constaté à la soudure qu'un léger durcissement du métal sans importance pratique.

La question ayant une importance capitale, je résumerai ici les appréciations données par les directeurs de la Société de Tramways de Brunswick et de Dresde, dans divers certificats publiés par l'*Allgemeine Thermit Gesellschaft*.

1° A Brunswick. — Il y a été soudé, en mai 1901, deux tronçons de 250 mètres et 600 mètres pour voitures motrices de sept tonnes. On n'a constaté nulle part une détrempe ou une décarburation de la matière soudée; plusieurs joints montrent un certain durcissement; mais la petite bosse qui s'y produit s'enlève aisément par quelques coups de lime à rails;

2° A Dresde. — On y a soudé, en août 1900, près de un kilomètre de double voie, en laissant toutefois un joint éclissé sur six; mais, il ne s'est montré aucun jeu à ce joint. Il s'est produit quatre ruptures lors des premières nuits froides, ce qui correspond à moins de 1 %; l'on a également constaté un léger accroissement de dureté à la soudure, sans inconvénient pratique.

Plus récemment des applications du procédé ont eu lieu avec succès à Aix-la-Chapelle et à Rouen.

Quant au coût et à la durée de l'opération, l'on a constaté

à Dresde que le soudage ne dure pas plus longtemps qu'un éclissage; avec six appareils de serrage et quatre hommes, on a fait 30 joints par jour; d'après M. Champy, une telle équipe peut actuellement faire par jour de 40 à 50 joints; d'autre part, un creuset du prix de 13 à 15 francs, peut faire 20 coulées environ; il faut en outre divers accessoires peu coûteux. Les moules en terre de deux pièces valant quelques centimes ne servent qu'une fois; on en chasse toute trace d'humidité en les plaçant au-dessus d'une coulée récente; selon les conditions locales, le placement du moule demande de 20 à 30 minutes, toujours d'après M. Champy. Il suffit de 3 à 4 minutes pour monter le creuset et préparer la coulée, qui se fait 30 à 40 secondes après l'allumage. Après un refroidissement d'une heure, il ne faut que 8 à 10 minutes pour enlever le moule et la scorie. La charge de thermit, qui est de 8 à 12 kilogrammes par joint suivant les profils, comprend le manganèse pulvérisé et la grenaille de fer ajoutée à la coulée; elle est contenue dans des sacs préparés à l'avance et revient à moins de 2 francs le kilogramme.

Soudure des arbres de navire.

Dans le numéro 21 déjà cité de *Stahl und Eisen*, on trouve une application du procédé aluminothermique à la soudure des arbres de navire; elle a eu lieu en juillet 1901, chez MM. Lester et Perkins, à Londres. Sur un arbre de 10 pouces, soit 254 millimètres, on a coulé un anneau de 80 millimètres de long et de 60 millimètres d'épaisseur, en consommant 100 kilogrammes de thermit. A ce sujet, l'auteur observe que son procédé peut sans difficulté être utilisé à bord, en cas de rupture accidentelle de l'arbre moteur.

Réparation de pièces en fonte, en acier ou en fer.

De très nombreuses pièces en fonte, en acier ou en fer forgé réparées par l'aluminothermie, étaient exposées à

Dusseldorf. Par la coulée d'une petite quantité de métal thermit, dont on règle la composition à volonté, on peut rendre utilisable soit une pièce de fonderie mal réussie, soit une pièce brisée. Les publications déjà citées donnent un grand nombre d'exemples d'application de cette nature et l'on utilise ainsi le procédé Goldschmidt dans beaucoup de fonderies et d'ateliers en Allemagne et en Russie; il s'applique tout spécialement pour la suppression des défauts des pièces en acier coulé.

Des essais ont d'autre part eu lieu, notamment dans deux usines du bassin de Liège, pour souder de nouveaux touril-

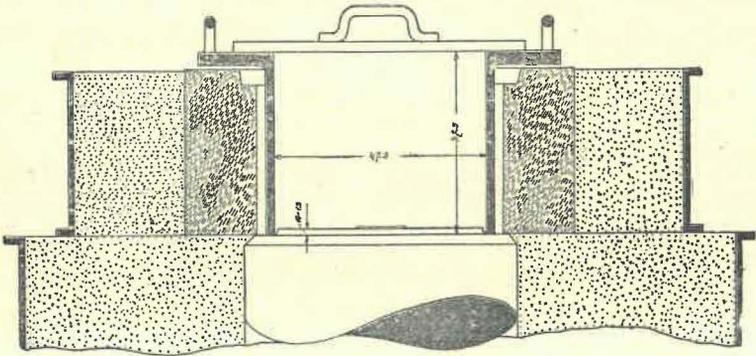


FIG. 8.

lons à des cylindres de laminoirs brisés; les résultats n'étant pas encore concluants, je ne donnerai ici qu'une description sommaire du procédé; j'aurai peut-être sous peu l'occasion d'y revenir, après que j'aurai pu assister à de nouveaux essais.

Le moyen employé par les fondeurs pour réparer les cylindres est bien connu: après avoir chauffé au rouge, par un feu de coke, la surface de la cassure, ils coulent sur cette surface de la fonte bien chaude. On préconise l'usage du thermit pour réaliser un chauffage énergique de la surface à souder, que l'on doit cependant au préalable chauffer

soit au coke, soit au moyen d'une couche de métal fondu, afin d'éviter que la scorie ne vienne se figer sur la surface froide.

La figure 8 donne la disposition d'un premier moule avec coquille en fonte de 12 à 15 millimètres, que l'on rend étanche par un peu d'argile. On y verse tout d'abord une

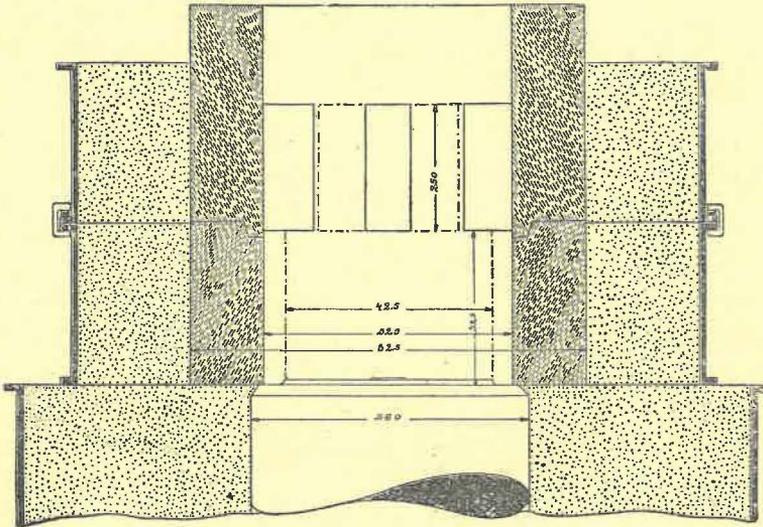


FIG. 9.

couche de fonte ou d'acier de 12 millimètres, puis on y projette 1 kil. 5 de thermit par décimètre carré de surface de fonte à souder; pour l'acier, on en utilise 10 à 20 % en plus. Avec ce dernier métal, lorsqu'il est bien chaud, l'allumage du thermit est spontané; dans le cas de la fonte, on procède à l'allumage par le procédé ordinaire.

Pendant la réaction, qui dure quelques secondes, on couvre le moule d'un couvercle métallique, enlevé ensuite pour brasser et faciliter le dégagement de la scorie; puis on remplit le moule jusqu'au tiers de sa hauteur et on procède très soigneusement au décrassage; le second moule est enfin mis en place (fig. 9) et on achève la coulée.

Ces opérations étant assez complexes, la réussite doit, pour beaucoup, dépendre de l'habileté du fondeur; la consommation de thermit est considérable et coûteuse; mais son emploi élève d'une façon très notable la température de la surface à souder, donne de la fluidité au métal ajouté et réduit le volume de la masselotte nécessaire en diminuant les soufflures.

Ces avantages sont d'ailleurs obtenus dans toutes les applications du thermit à la fonderie et spécialement par l'usage du mélange dit « titan-thermit », qui remplace avantageusement l'aluminium métallique, dont les effets sont bien connus.

Le titan-thermit placé dans la poche de coulée est allumé par l'acier ou la fonte lorsqu'elle est bien chaude; il donne naissance à un alliage contenant 20 à 25 % de titane, qui se répand dans le bain, élève sa température et le désoxyde; on obtient des pièces plus saines à texture plus serrée. L'inventeur préconise l'addition de 1/2 à 1 % de titan-thermit à la fonte et de 1/4 à 1/2 % pour l'acier; ce mélange vaut actuellement fr. 2-25 le kilogramme.

Je ne ferai que mentionner tout un groupe d'opérations qui utilisent les hautes températures réalisées d'une façon si aisée par l'aluminothermie; on peut utiliser ces températures pour la *trempe locale* d'une pièce ou son *recuit partiel*, pour le *décalage* des roues de locomotives, manivelles, hélices, etc. M. Champy, ingénieur à Anvers, poursuit des essais à ce sujet; il a aussi *soudé du cuivre* et *brasé du fer sur du cuivre*.

Je serai également très bref en ce qui concerne la *production de métaux et d'alliages exempts de carbone*.

M. Clerc a montré l'importance théorique et pratique de cette production, tant au point de vue de l'étude des qualités données à l'acier par les divers métaux étrangers, tels que

le manganèse, le nickel, etc., que pour la réalisation industrielle de ces alliages, que l'on a introduits dans beaucoup de fabrications spéciales.

L'on pouvait admirer dans les vitrines du pavillon Goldschmidt, à Dusseldorf, les produits nouveaux dûs à l'aluminothermie; ces produits, décrits par M. Clerc, sont intéressants pour le métallurgiste. Malheureusement, ils conservent le défaut de coûter assez cher; mais c'est là un défaut qui pourra disparaître, avec un nouvel abaissement du prix de l'aluminium.

Voici au surplus, le tableau des métaux et alliages préparés par l'*Allgemeine Thermit Gesellschaft*, avec leur prix à la date du 15 mai 1902 :

Chrôme exempt de carbone, environ 98 à 99 % de chrôme	fr.	6 55
Manganèse exempt de carbone, traces de fer, environ 98 à 99 % de manganèse	fr.	5 35
Ferro-Titane exempt de carbone, environ 20 à 25 % de titane :	fr.	5 00
Ferro-Bore exempt de carbone, environ 20 à 26 % de Bore.	fr.	22 00
Cuivre manganésifère, traces de fer, environ 20 % de manganèse	fr.	4 25
Id. 30 %		4 50
Zinc manganésifère exempt de plomb, environ 20 % de manganèse.	fr.	3 50
Etain manganésifère exempt de plomb, environ 50 % de manganèse	fr.	6 00
Titane manganésifère exempt de carbone, environ 30 à 35 % de titane	fr.	8 75
Chrôme manganésifère exempt de carbone, environ 70 % de manganèse.	fr.	6 75
Chrôme-cuivre exempt de carbone, environ 10 % de chrôme	fr.	5 75

Je n'ajouterai rien à ce qu'a déjà dit M. Clerc de l'utilisation du corindon artificiel ou *Corubin*, qui constitue la scorie du procédé aluminothermique. On en confectionne surtout des meules pouvant remplacer les meules en émeri; il s'en trouvait une collection complète à l'Exposition de Dusseldorf. L'on y voyait aussi des rubis artificiels provenant de la préparation du chrome.

Septembre 1902.



Service des Accidents miniers et du grisou

EMPLOI DES EXPLOSIFS

DANS LES MINES DE HOUILLE DE BELGIQUE

pendant l'année 1901.

Statistique comparative

dressée d'après les documents officiels

Notes sur Quelques Appareils nouveaux pour

l'étude des EXPLOSIFS DE SURETÉ.

*Description du Siège d'expériences établi par
l'Etat belge pour l'essai des explosifs, lampes de sûreté, etc.*

PAR

VICTOR WATTEYNE

Ingénieur en chef, Directeur des Mines à Bruxelles
Directeur du Service des accidents miniers et du grisou

SIMON STASSART

Ingénieur principal des Mines à Mons

ET

LUCIEN DENOEL

Ingénieur au Corps des Mines à Bruxelles

Il est presque oiseux de faire observer que la question des explosifs, qui intéresse à un si haut point la sécurité des ouvriers dans les mines grisouteuses ou poussiéreuses, est loin encore d'avoir reçu une solution complète et en tous points satisfaisante.

Une telle solution ne pourrait consister que dans la découverte de procédés d'abatage de la houille et des roches encaissantes, qui permettraient la suppression complète de l'emploi des explosifs quels qu'ils soient, ou bien

dans la découverte de l'explosif de sûreté absolue que, dans un travail précédent, nous avons défini comme suit :

« Un explosif qui puisse impunément déflagrer ou détoner, en n'importe quelle quantité, quels que soient le bourrage employé et les conditions de l'explosion, au sein d'une atmosphère grisouteuse ou poussiéreuse, à n'importe quel degré d'inflammabilité. »

La première solution n'a, il faut bien le dire devant l'évidence de la statistique même qui fait l'objet d'une partie du présent travail, pas fait de progrès en Belgique durant ces deux dernières années.

Après avoir donné, au début, de sérieuses espérances, les moyens mécaniques proposés pour provoquer l'éclatement des roches ont vu leur emploi cesser de se répandre et même se restreindre ; tandis que dans nos premières statistiques, nous enregistrions avec satisfaction les progrès accomplis dans le sens de la suppression de l'emploi des explosifs, c'est cette fois un mouvement de recul qu'accusent les relevés. Ce mouvement avait été précédé, ainsi que nous le constatons pour les années 1898 et 1899, d'un état stationnaire semblant indiquer que la réduction dans l'emploi des explosifs pour le creusement et l'élargissement des galeries (1) avait été poussée aussi loin que le permettaient la nature de nos gisements houillers et l'efficacité des moyens mécaniques.

Nous ne croyons pas cependant que l'on doive désespérer de voir de nouveaux progrès s'accomplir dans cet ordre

(1) Rappelons que, dans notre pays, l'abatage de la houille au moyen d'explosifs ne se pratique guère que dans les mines sans grisou ; il est interdit par le règlement dans toutes les mines grisouteuses ; il n'est donc en usage dans celles-ci que d'une façon exceptionnelle et moyennant des autorisations spéciales difficilement accordées. Il en résulte que les moyens proposés pour remplacer les explosifs n'ont, pour nous, d'importance que lorsqu'ils permettent l'attaque des roches encaissantes ; c'est pourquoi nous ne prenons guère en considération les procédés qui ne sont encore d'un emploi pratique et industriel que pour l'abatage de la houille, et qui sont ainsi peu intéressants pour les mines de Belgique.

d'idées. On a pu voir, à l'Exposition de Dusseldorf, de grosses perforatrices à rodage fonctionnant dans des roches très dures; ce sont là des outils dont l'utilisation peut être appelée à rendre des services. D'autres procédés peuvent aussi être imaginés. Aussi considérons-nous la question comme toujours ouverte, et, comme elle intéresse au plus haut degré la sécurité de nos mines, il importe que l'attention des ingénieurs et des inventeurs ne s'en détourne pas.

La seconde solution du problème qui nous occupe n'est, avons-nous fait ressortir dans nos précédents travaux, pas réalisable d'une façon absolue; mais, si l'explosif idéal dont la définition est rappelée ci-dessus, n'existe pas et, selon toute vraisemblance, ne peut exister, une limite de charge s'imposant toujours au-delà de laquelle l'explosif est susceptible de mettre le feu à un mélange inflammable, tout au moins peut-on entrevoir la possibilité d'avoir à sa disposition un explosif dont la *charge limite* soit assez élevée pour que l'on puisse, dans la pratique, rester en dessous de cette charge et, par conséquent, se trouver, en employant cet auxiliaire, dans des conditions de sécurité relative aussi grandes que possible.

Disons de suite que, pour presque tous les explosifs connus jusqu'à ce jour, la charge limite est encore assez basse et qu'elle est souvent dépassée dans la pratique.

Il sera même probablement toujours difficile d'obtenir des explosifs à charges limites assez élevées pour permettre de miner avec sécurité dans des conditions en usage dans certaines mines, c'est-à-dire avec des charges très considérables, conditions que nous avons entendu préconiser au Congrès de Paris, en 1900, par M. Marsaut, directeur des mines de Bessèges, dans le but, très louable en lui-même, de diminuer le nombre de mines à tirer et, par le fait même, de réduire les risques d'accidents provenant de la manipulation des explosifs.

Nous avons eu récemment, dans notre pays même, au charbonnage du Grand-Buisson, une triste expérience de l'influence des fortes charges: le 26 avril 1901, dix-neuf ouvriers mineurs ont été tués par une inflammation de grisou due au tir d'une mine chargée d'environ un kilogramme d'une grisoutine composée comme suit :

Nitroglycérine	25	p. c.
Cellulose	3.5	»
Nitrate d'ammoniaque.	71	»

Dans nos précédents travaux sur les explosifs de sûreté, nous avons fait ressortir de quelle complexité de facteurs résultait la sûreté d'un explosif déterminé. Nous en concluons que l'expérience seule, en donnant la résultante de ces différents facteurs, permettrait de fixer la *charge limite* au-delà de laquelle un explosif donné cesserait d'être de sûreté, et que, dans l'état actuel de nos connaissances, c'était là le moyen le plus rationnel de déterminer le degré de sûreté pratique des différents explosifs proposés pour l'emploi dans les mines à grisou.

Aussi est-ce avec une vive satisfaction que nous pouvons annoncer que le *Service des accidents miniers et du grisou* possède actuellement les moyens de procéder à ces expériences, et que l'installation, projetée depuis longtemps, est enfin réalisée.

Il importait avant tout de disposer d'une source de grisou continue et assez abondante pour subvenir à tous les besoins des expériences.

Nous avons toujours cru, en effet, qu'il convient, dans des expériences de ce genre devant avoir une portée pratique immédiate, de se placer autant que possible dans les conditions de la pratique et, notamment, d'expérimenter

avec le même gaz que celui que l'on rencontre dans les mines et dont on se propose de combattre les dangers.

Sans aucun doute, l'emploi, pour de semblables essais, de gaz d'éclairage ordinaire que l'on peut se procurer abondamment en tous lieux, présente de grands avantages au point de vue des facilités qu'il offre, mais nous pensons que ce gaz, qui s'écarte du gaz des mines par certaines propriétés, essentielles pour le cas qui nous occupe, tel le retard différent à l'inflammation, ne peut donner des résultats probants.

On a allégué, il est vrai, que le grisou naturel présente de nombreuses et importantes différences de composition, telles même que le gaz d'éclairage serait moins différent du grisou ordinaire que le grisou de telle ou telle mine le serait d'un autre. C'est là une assertion qui ne reposait sur aucune constatation sérieuse et qui n'est plus guère soutenue aujourd'hui. Les recherches les plus récentes ont démontré au contraire que le gaz des mines se compose presque exclusivement de formène.

Aussi, la Commission française a-t-elle pu faire ses expériences avec du formène pur, obtenu par préparation chimique.

Mais lorsqu'on a, comme en Belgique, le triste privilège d'avoir les mines les plus grisouteuses du monde entier, il n'est pas nécessaire de recourir à ces moyens artificiels; la seule difficulté consiste à capter le grisou en un endroit où l'on peut se le procurer sans danger et sans trop de frais, dans de bonnes conditions de sécurité et sans que ce captage ne gêne l'exploitation de la mine.

Rappelons que les expériences allemandes et autrichiennes se font avec du grisou capté de cette façon, et il ne semble pas qu'on ait dû vaincre des difficultés bien considérables.

L'emploi exclusif du grisou naturel étant décidé en prin-

cipe, une commission spéciale fut instituée, sur la proposition de M. Harzé, alors Directeur général des mines, pour rechercher un emplacement convenable à l'établissement d'un appareil d'essai pour les lampes de sûreté (1).

Au cours des discussions qui eurent lieu au sein de cette commission, un des membres de celle-ci, M. V. Firket, proposa de soutirer le grisou de trous de sonde et de l'emmagasiner, comprimé à 10 atmosphères, dans des réservoirs de capacité limitée, soit de 400 décimètres cubes, que l'on amènerait à la surface à l'endroit voulu; de cette façon, l'on pourrait établir la station d'expériences en n'importe quel point du pays, tout en étant à même de l'alimenter de grisou naturel.

En ce qui concerne l'appareil d'essais pour les lampes, le même membre avait proposé une disposition dont nous croyons intéressant de donner le principe, tel que l'a exposé M. Firket devant la Commission :

« Ce dispositif très simple, écrit M. Firket, réduit l'appareil d'essai à un seul organe, un injecteur dans lequel un jet de gaz inflammable sous pression (grisou ou gaz d'éclairage) produit le mélange explosif désiré et lui donne la vitesse voulue ; suivant la position de l'appareil, le courant ainsi obtenu sera horizontal, incliné ou vertical et viendra frapper la lampe suspendue dans son pavillon en face d'une fenêtre garnie de mica, comme dans l'appareil utilisé par la Commission française du grisou et décrit, en 1892, dans le tome I^{er}, 3^{me} série, des *Annales des Mines*.

» Non seulement il possède l'avantage d'une grande simplicité et d'une grande compacité, mais il supprime les nombreuses causes d'erreurs dans l'appréciation de la vitesse et de la composition du courant qui existent dans

(1) Cette Commission était composée de M. DEJARDIN, ingénieur en chef, directeur des mines, de M. STASSART, ingénieur principal, et de M. V. FIRKET, ingénieur.

l'ancien procédé, basé sur l'emploi d'une caisse assez longue où l'appel d'air est produit à une extrémité par un éjecteur et où l'on introduit par l'autre extrémité du gaz dépourvu de pression qui ne se mélange que très imparfaitement à l'air. »

Tandis que dans l'appareil installé à Tilleur, en 1892, les irrégularités constatées dans la richesse en gaz du mélange pouvaient atteindre 100 p. c. de la teneur calculée, par quelques essais préalables, M. Firket a pu établir qu'en alimentant l'injecteur par du gaz sous pression, celui-ci se détend de façon à former un mélange d'une homogénéité suffisante.

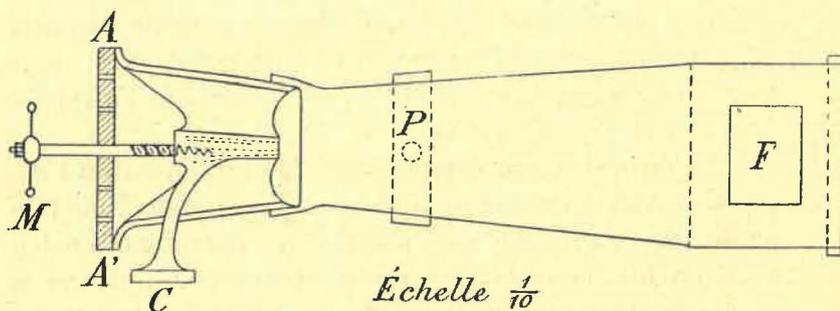


Fig. 1.

A, A' couvercle en bois perforé d'ouvertures pour le réglage de l'admission de l'air.
C, collet sur lequel s'ajustera la conduite flexible de gaz sous pression.

M, manette de la vis de réglage du Koerting.
P, pivot de l'appareil.
F, fenêtre en mica.

« L'appareil d'essais aurait, par exemple, continue M. Firket, la disposition et les dimensions du croquis ci-dessus (fig. 1).

» Il reposerait, par deux tourillons, sur un support métallique et pourrait ainsi prendre toutes les positions.

» La lampe à étudier serait placée en face d'une fenêtre en mica, dans son embouchure d'un diamètre de 0^m25. Un disque percé de trous fermerait son autre extrémité et l'on pourrait ainsi agir sur l'entrée de l'air aspiré par le jet de gaz comprimé, réglé lui-même par

une aiguille à vis et amené au moyen d'un tube flexible fixé à la valve de manœuvre. Celle-ci comprenant également une vis de réglage sera précédée et suivie par deux tubulures à robinets recevant l'une un manomètre à mercure gradué en centièmes de 0 à 1 atmosphère, l'autre un manomètre métallique gradué en vingtièmes de 0 à 10 atmosphères. Elle sera indépendante des réservoirs contenant le grisou ou le gaz d'éclairage sous pression.

» Si l'on fait usage de réservoirs portatifs dans lesquels on recueillera le grisou soutiré au moyen d'une pompe, d'un simple trou de sonde, l'on devra limiter à 400 litres la capacité de ces réservoirs qui à 10 atmosphères contiendraient 4 mètres cubes de grisou. L'on pourrait même en utiliser de plus petits en en accouplant plusieurs lors des expériences nécessitant un grand débit.

» D'autre part, en faisant usage de gaz d'éclairage pour tous les essais préliminaires qui prennent le plus de temps et entraînent la plus grande consommation, on pourra réduire à quelques mètres cubes la consommation de grisou de chaque séance d'essai.

» Pour le remplissage des réservoirs, l'on ne peut guère songer à utiliser des pompes à main; mais l'on pourra employer de très petites pompes à air comprimé et l'on trouve celui-ci dans la plupart de nos mines, à l'intérieur même des travaux d'exploitation.

» Si après un essai, le transport dans de petits réservoirs du grisou donné par des trous de sonde, était démontré impossible, ou peu pratique, l'on réaliserait un captage avec travaux de traçage en veine et canalisation arrivant au laboratoire; mais, de toute façon, l'on remplacerait le gazomètre de 100 mètres cubes par un réservoir de 10 mètres cubes timbré à 10 atmosphères (ou 20 mètres cubes à 5 atmosphères), alimenté par une pompe aspirant sur la conduite de grisou.

» Entre cette conduite et la pompe, un épurateur à la chaux serait intercalé en vue d'absorber l'anhydride carbonique contenu dans le gaz.

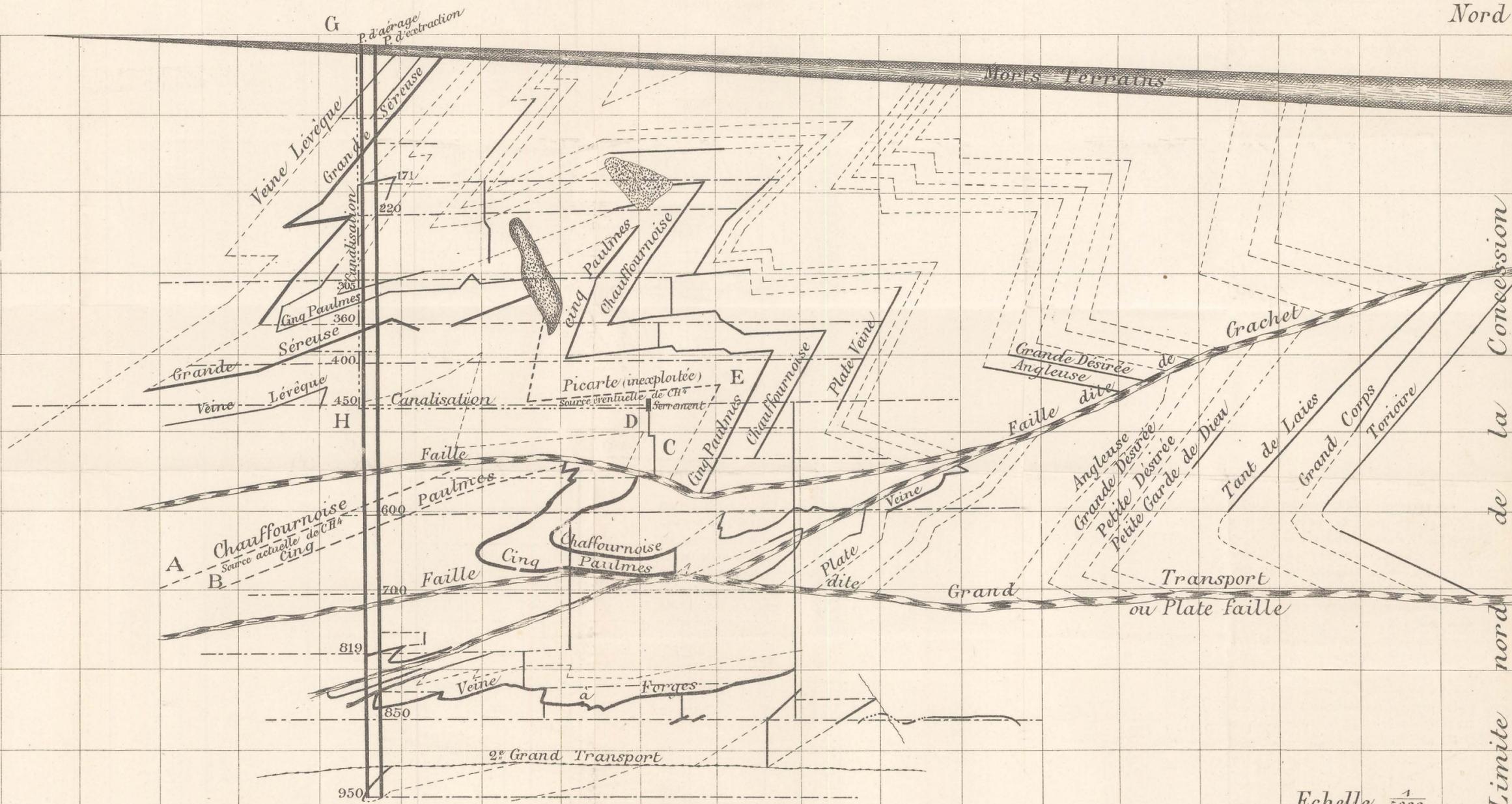
» Quel que soit le système adopté pour amener ce gaz au laboratoire, qu'il y arrive comprimé dans de petits réservoirs portatifs, ou bien par une canalisation fixe, l'emploi de l'appareil d'essai ci-dessus décrit sera possible et semble devoir donner des résultats satisfaisants. »

Mais la Commission étant entrée en pourparlers avec M. I. Isaac, Directeur gérant de la *Compagnie de Char-*

Figure 2
 COUPE NORD-SUD PAR LE PUIS D'EXTRACTION
 du Siège N° III des Charbonnages réunis de l'Agrappe.

Sud

Nord



Echelle $\frac{1}{5000}$

Concession
 Limite sud de la Concession
 Limite nord de la Concession

bonnages belges, celui-ci, fort obligeamment, mit à la disposition du Gouvernement, une partie de la cour du siège n° 3 de l'Agrappe, ainsi que ce puits lui-même, en tant que source de grisou.

Il fut constaté par M. Stassart, qu'à la tête d'un « touret » *T* (voir fig. 2), aboutissant à des travaux assez étendus pratiqués précédemment dans les couches *Chauffournoise* et *Cinq-Paumes*, on pouvait capter un courant de grisou à la teneur de 75 à 85 p. c. de méthane et d'un débit de plus de 400 mètres cubes par vingt-quatre heures.

Les travaux nécessaires pour cette captation n'occasionnant pas d'entrave à la continuation régulière de ce siège, la question de la source de grisou fut résolue et, bientôt après, celle de l'établissement d'un siège d'expériences pour l'essai des lampes de sûreté.

Pendant que les études sur cette question se poursuivaient, M. E. De Jaer, devenu Directeur général des mines, convaincu comme nous de l'importance de l'essai des explosifs, sollicita et obtint du Gouvernement les fonds nécessaires pour l'installation d'un siège complet d'expériences, tant pour les lampes de sûreté que pour les explosifs et éventuellement pour l'étude d'autres questions intéressant la question du grisou et des poussières de charbon.

M. Stassart ayant été attaché au *Service des accidents miniers et du grisou*, fit, sur les indications du Directeur de ce Service, l'étude définitive de l'installation qui vient d'être menée à bonne fin et dont il donne plus loin la description détaillée.

L'Administration et la Direction de la Compagnie de Charbonnages belges, non contentes d'avoir gracieusement fourni le terrain, certains de leurs bâtiments, qui ont pu être appropriés au but à atteindre, leur puits n° 3, pour l'obtention du grisou, et leurs chaudières, pour la produc-

tion de la vapeur nécessaire, nous ont aussi donné l'aide de leur personnel, dont l'intervention intelligente et dévouée n'a pas peu contribué à l'exécution complète et rapide de ces installations. Aussi tenons-nous à associer ici au nom de M. I. Isaac, Directeur-gérant, celui de M. Abrassart, Ingénieur en chef de la Compagnie, dont la collaboration nous a été tout particulièrement utile et précieuse (1).

La figure 3 est le plan de la partie de la cour (*paire* ou *dommage*) du siège n° 3 (*Grand-Trait*) des charbonnages de l'Agrappe, où ces installations ont été établies.

Celle relative à l'essai des explosifs (voir fig. 4, 5, 6, 28 et 29) se compose essentiellement d'une galerie ayant les dimensions d'une galerie de mine et disposée de façon à ce que l'on puisse y faire détoner des charges d'explosifs en présence [d'une atmosphère grisouteuse ou poussiéreuse. Elle est elliptique, a une hauteur de 1^m80, une largeur de 1^m40 et une longueur de 30 mètres. L'emplacement est réservé pour pouvoir lui donner une longueur beaucoup plus grande (50 et même 100 mètres) lorsqu'il s'agira d'étudier certaines questions relatives à la propagation des explosions dans les mines, par exemple celle, encore discutée par quelques ingénieurs, de la propagation des explosions de poussières.

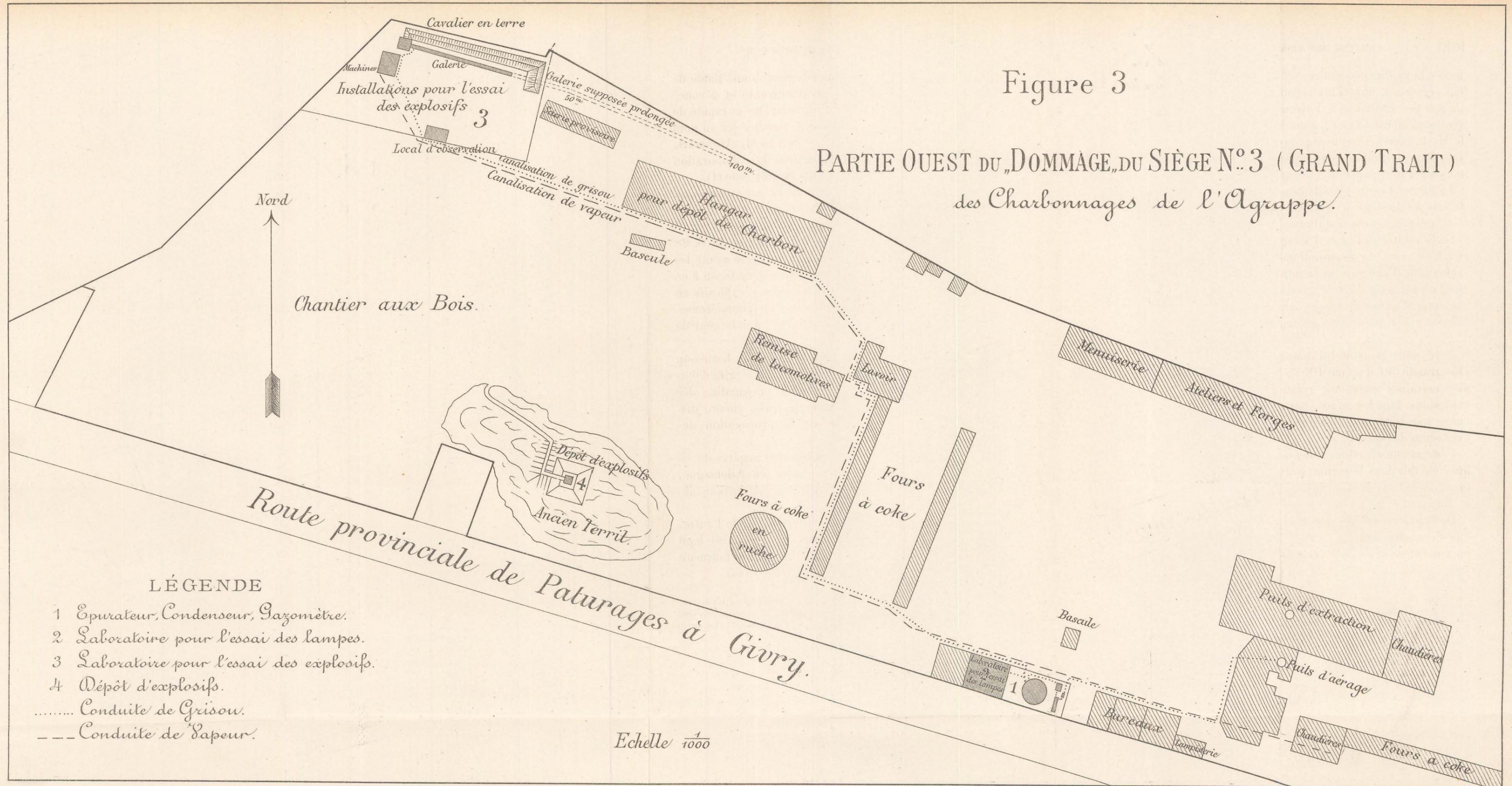
Pour sa construction, nous nous sommes inspirés de ce qui a été fait dans le même ordre d'idées en Allemagne, notamment à Gelsenkirchen (Schalke), à Aix-la-Chapelle et ailleurs.

Cette galerie est ouverte à une extrémité et, de l'autre, elle s'encastre dans un massif de maçonnerie où est logé un mortier en acier de 0^m50 de diamètre, dont le fourneau a une profondeur de 0^m46 et un diamètre de 0^m055.

(1) Nous nous plaisons à citer aussi M. CAILLEAU, ingénieur divisionnaire, M. COLMANT, ingénieur mécanicien, M. LEMAIRE, chef d'atelier, qui a pris une part très active à l'établissement des appareils, et, MM. PASSELECQ, LAURENT, FOURNEAU et CAUDRON.

Figure 3

PARTIE OUEST DU „DOMMAGE„ DU SIÈGE N° 3 (GRAND TRAIT)
des Charbonnages de l'Agrappe.



LÉGENDE

- 1 Epurateur, Condenseur, Gazomètre.
- 2 Laboratoire pour l'essai des lampes.
- 3 Laboratoire pour l'essai des explosifs.
- 4 Dépôt d'explosifs.
- Conduite de Grisou.
- Conduite de Vapeur.

Echelle $\frac{1}{1000}$

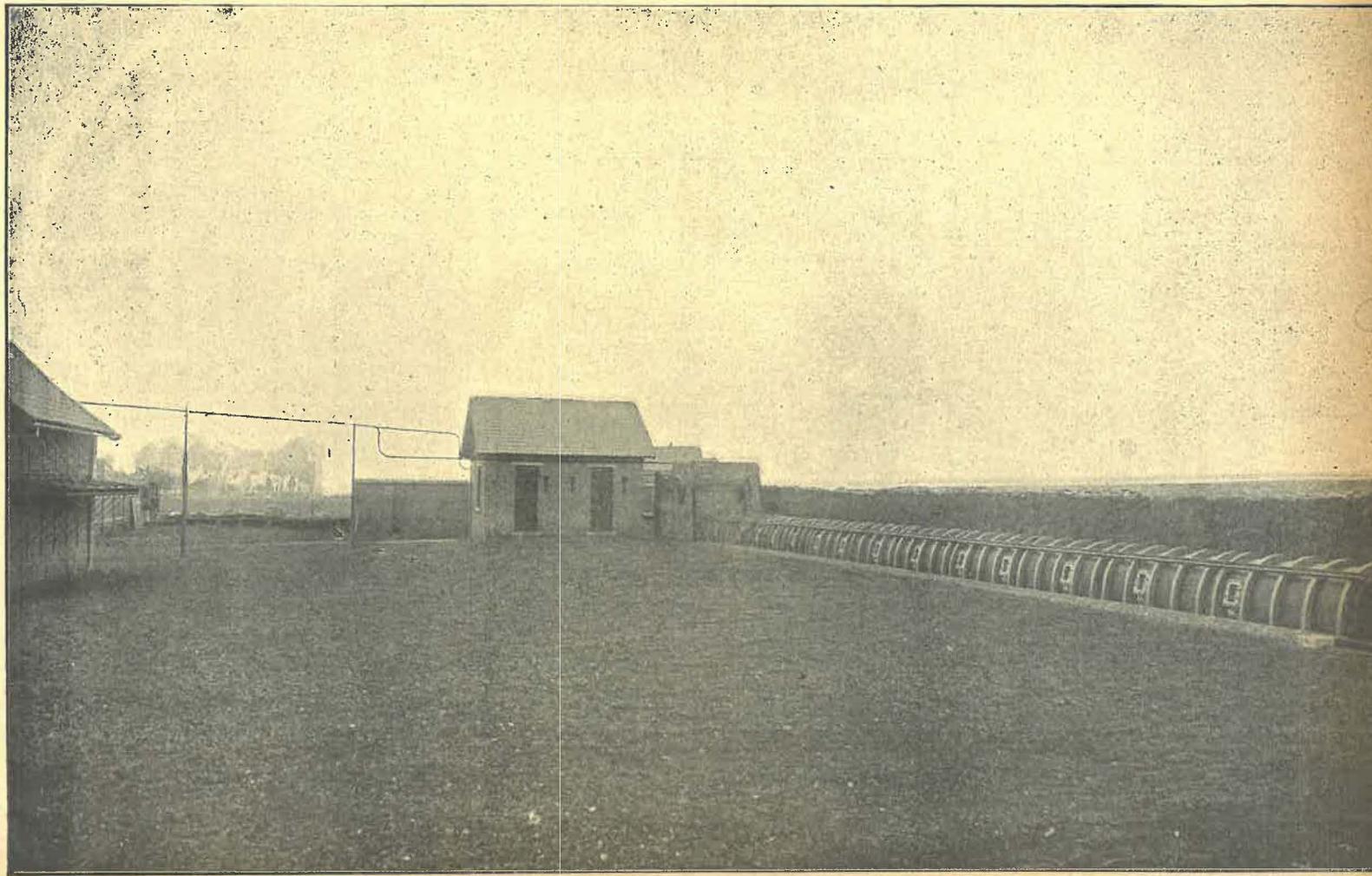


FIG. 4. — *Vue de la galerie d'essai des explosifs.*

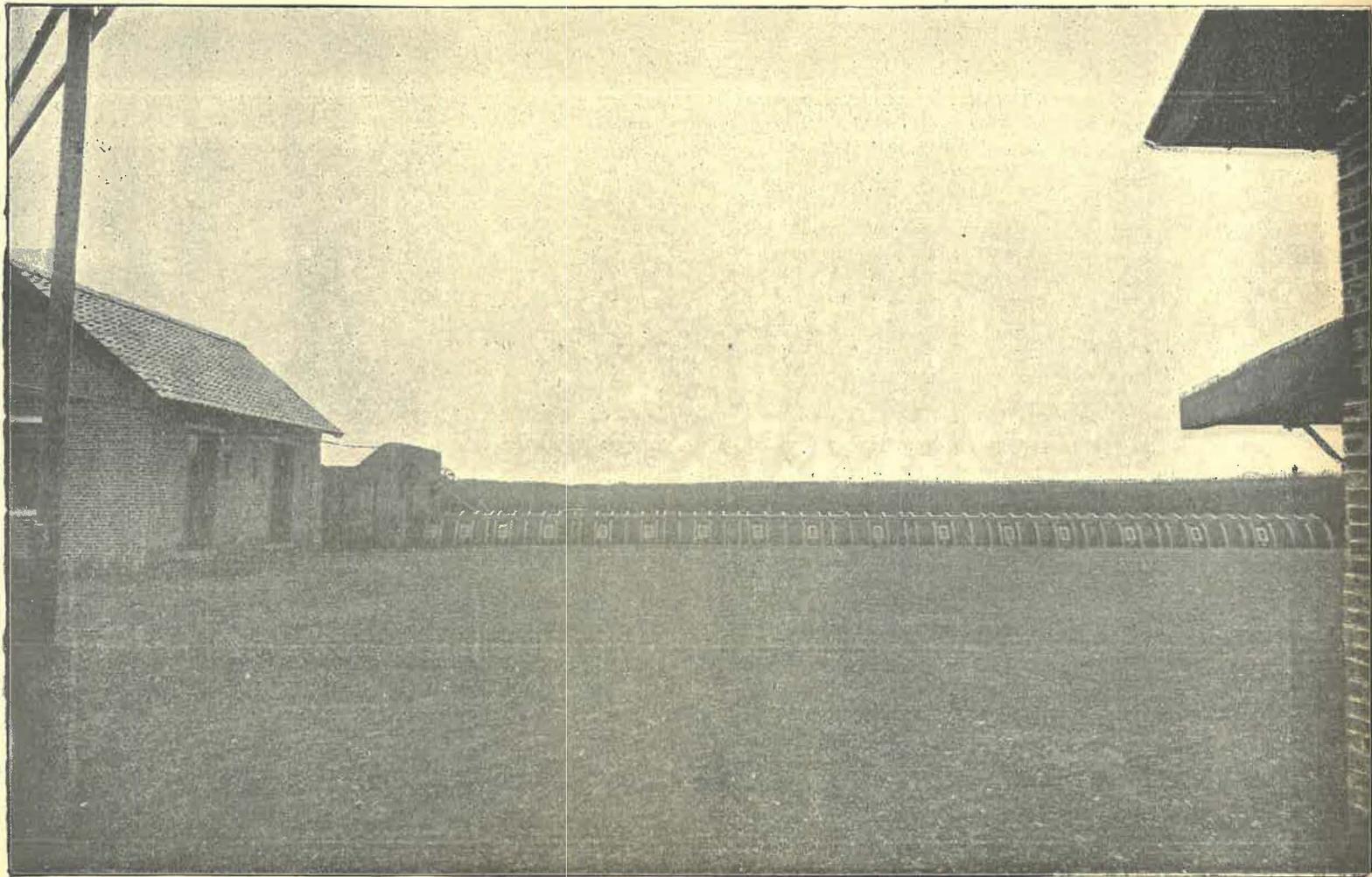


FIG. 5. — *Vue de la galerie d'essai des explosifs.*

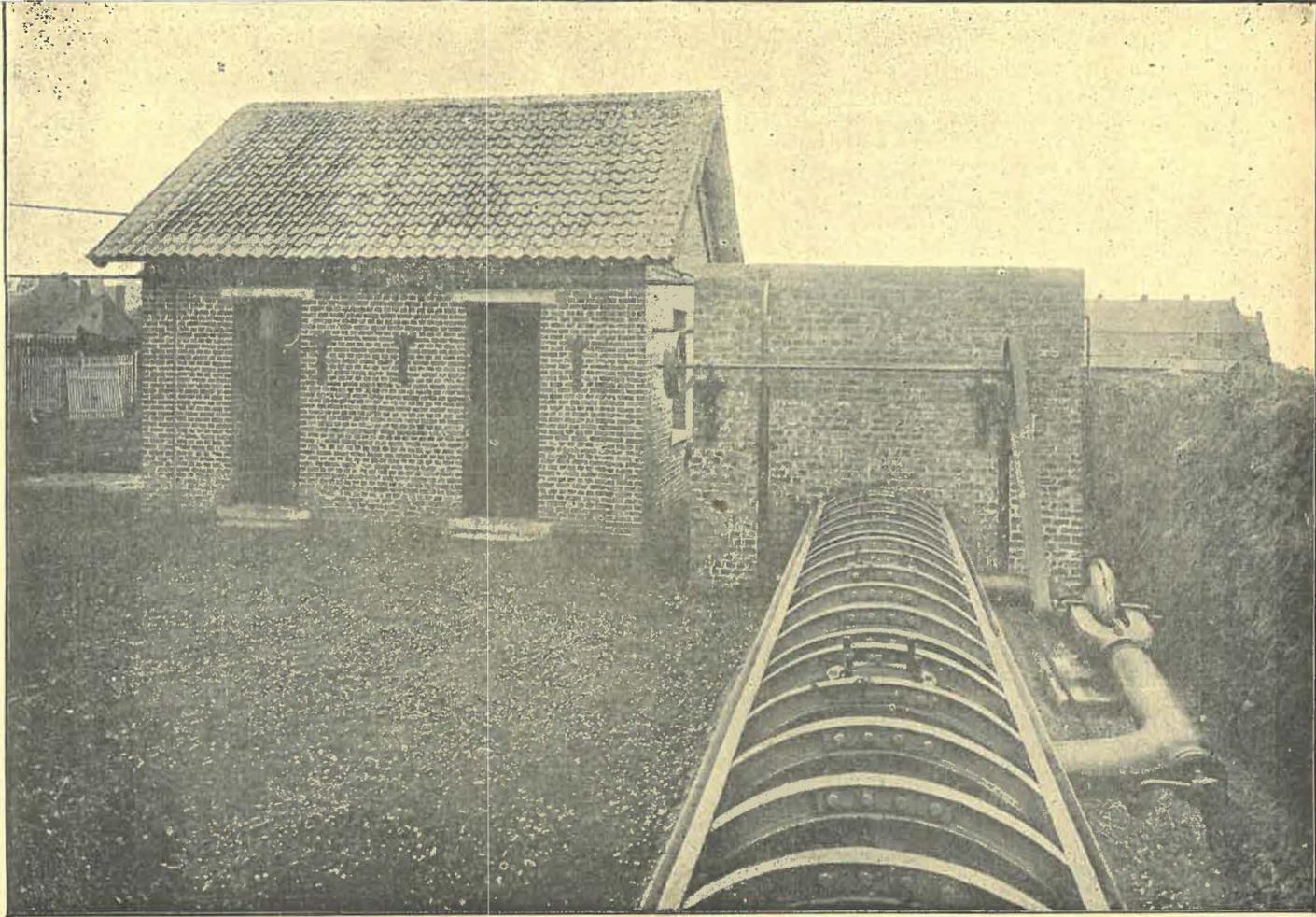


FIG. 6. — *Vue de la galerie d'essai des explosifs et du ventilateur mélangeur.*

GALLADÉ, phot.
Mons.

Ce fourneau reçoit les charges d'explosifs qui doivent détoner au sein d'une atmosphère inflammable.

Cette atmosphère est formée dans une capacité de 10 mètres cubes, aménagée dans la partie de la galerie la plus voisine du mortier et isolée du reste de la galerie par une feuille de papier tendue sur toute la section.

Des soupapes de sûreté et des regards vitrés, permettant de voir du local d'observation ce qui se passe à l'intérieur, sont aménagés dans les parois de la galerie.

Un autre petit bâtiment contient les machines pour l'actionnement des ventilateurs, des broyeurs, etc.

Nous ne nous étendrons pas davantage ici sur cette installation que l'on trouvera décrite complètement à la fin de la présente notice.

Ajoutons seulement que, pour le mélange du grisou avec l'air et éventuellement avec les poussières, nous avons remplacé le mélangeur à ailettes ou à palettes, souvent en usage, par un ventilateur établi en dehors de la galerie (voir fig. 6) et qui, mis en communication par de larges tuyaux avec les deux extrémités de la chambre d'explosion, produit une circulation rapide du gaz contenu dans celle-ci et assure un mélange, croyons-nous, plus intime et plus homogène que ne le fait l'appareil à ailettes. La galerie d'expériences de Woolwich (Londres), est également munie d'un ventilateur extérieur (1).

L'installation pour l'essai des lampes est d'une toute autre nature et occupe un espace bien plus restreint.

Il est inutile, en effet, pour s'assurer si une lampe peut être impunément plongée au sein d'une atmosphère explosive, de l'introduire dans une galerie de grandes dimensions. Il suffit qu'on puisse la plonger dans le milieu inflammable à tous les états de repos et de mouvement que l'on rencontre dans une mine.

(1) Voir *Annales des Mines de Belgique*, t. II, 4^e liv.

L'appareil peut donc être de dimensions restreintes; aussi n'a-t-il pour section que $0^m31 \times 0^m14$.

La lampe y est placée à volonté dans un courant horizontal, incliné ou vertical, soit montant ou descendant, et la vitesse du courant peut y atteindre 17 mètres.

Toute cette installation, y compris les appareils accessoires, la canalisation, le gazomètre, etc., est décrite en détail dans l'annexe n° I du présent travail; la figure 7 est une photographie de l'appareil d'essais.

Nous ferons remarquer que cette description, de même que celle relative à l'installation pour l'étude des explosifs, se rapporte à l'état actuel de ces installations, qui viennent d'être terminées, et que, sans aucun doute, diverses modifications ou adjonctions y seront introduites au cours des expériences, au fur et à mesure que la pratique de celles-ci en démontrera l'utilité. Certaines d'entre elles sont sur le point d'être réalisées; la description en est réservée pour de prochains articles.

Le champ est d'ailleurs très vaste des études qui restent à faire pour élucider toutes les questions relatives aux explosions de grisou et de poussières.

La question des explosifs à elle seule exige encore, pour être élucidée, sinon complètement, du moins d'une manière satisfaisante, des études expérimentales nombreuses en vue de vérifier les idées théoriques émises, sans compter les horizons nouveaux que ne peuvent manquer d'ouvrir les résultats d'essais effectués dans un ordre d'idées déterminé.

On se rappelle quelles ont été les données nouvelles acquises à la science par les expériences de Gelsenkirchen (pour ne parler que de celles-là), si intelligemment dirigées par M. Winkaus d'abord, par M. Heise ensuite, puis par M. Faendrich.

En discutant, devant le Congrès de Paris, les importants

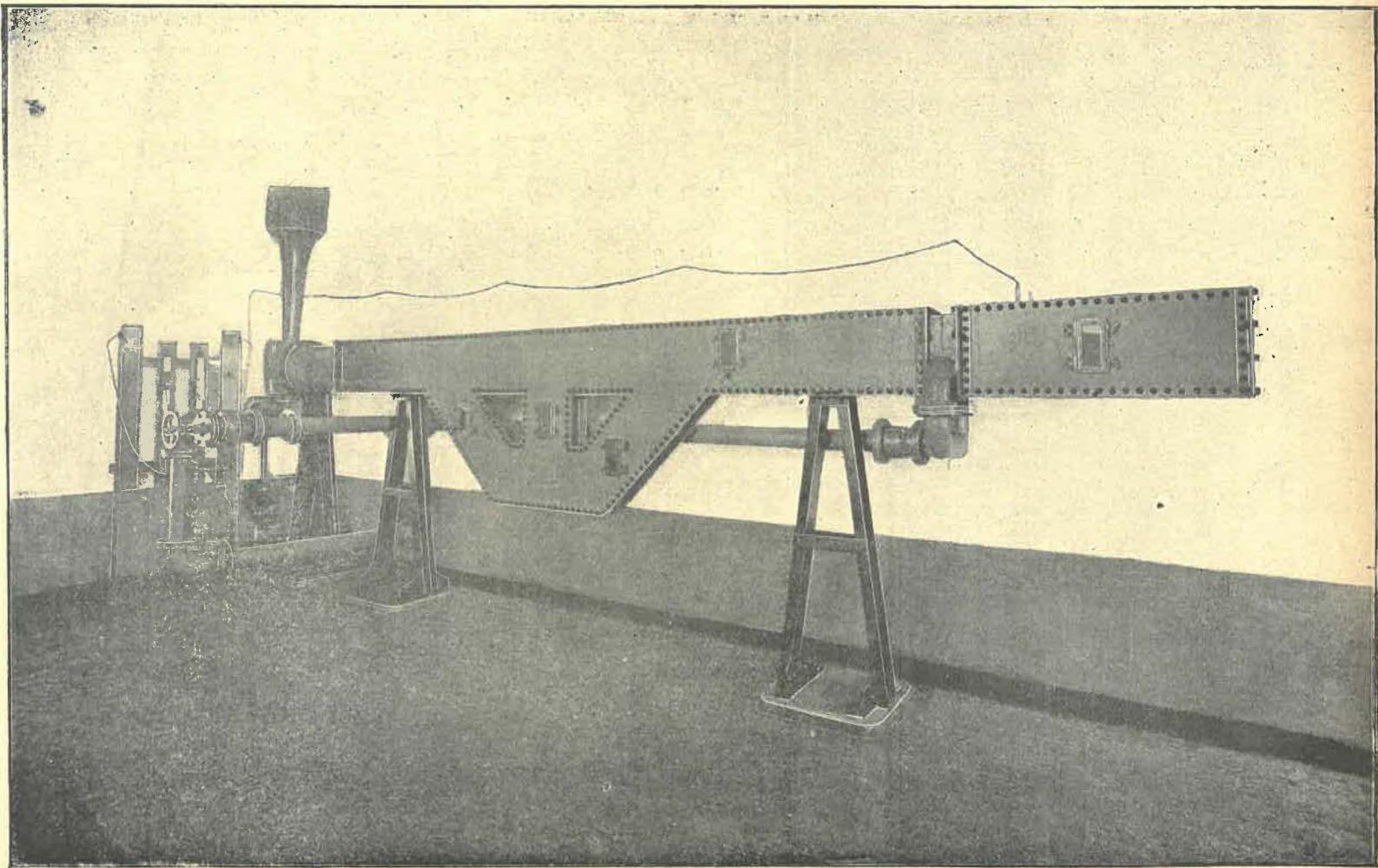


FIG. 7. — *Appareil pour l'essai des lampes de sûreté.*

GALLADÉ, phot.,
Mons.

travaux de M. Heise, nous nous sommes exprimés comme suit :

« Il y aurait, au point de vue spéculatif, le plus grand intérêt à poursuivre les études expérimentales. Les points qui demandent surtout à être plus intimement connus sont l'importance de la vitesse de l'explosion et celle de la pression initiale du gaz. Les effets de ces deux éléments sont confondus dans l'essai au bloc de plomb par lequel M. Heise détermine le pouvoir brisant, mais leur détermination isolément contribuerait vraisemblablement à jeter de nouvelles lumières sur cette discussion.

» Sans doute, nous entrons ici dans le domaine de recherches très délicates, mais les sciences physiques mettent chaque jour à notre disposition de nouveaux et puissants moyens d'investigation et nous font entrevoir la possibilité d'arriver à la connaissance théorique complète des explosifs de sûreté (1). »

A l'heure actuelle des efforts très sérieux dans l'ordre d'idées que nous avons indiqué, ont été accomplis ; l'exposition de Düsseldorf, dont il n'y a plus à faire l'éloge au point de vue de l'intérêt qu'elle présentait pour les ingénieurs des mines, nous a fait connaître des appareils extrêmement intéressants exposés par la *Sprengstoff Actien Gessellschaft Carbonite*, de Schlebusch-Hambourg, et imaginés par son directeur M. Bichel, en vue de déterminer avec plus de précision les éléments ou propriétés caractéristiques des explosifs.

L'intérêt spécial des objets exposés nous a engagés à faire une visite à l'usine de Schlebusch, où M. Bichel a eu l'obligeance de nous développer ses idées et de nous initier au fonctionnement de ses appareils.

(1) V. WATTEYNE et L. DENOEL, Les explosifs dans les mines de houille de Belgique (*Bulletin de l'industrie minière*, 3^{me} série, t. XIV).

Nous adressons ici tous nos remerciements à M. Bichel et à ses collaborateurs techniques de l'usine de Schlebusch.

Les procédés d'investigation qu'ils ont inaugurés se distinguent par un caractère à la fois scientifique et pratique et contribueront vraisemblablement à élucider dans une large mesure les questions complexes que soulève la technique des explosifs. C'est à ce titre que nous les signalons (1).

Dans ses expériences, M. Bichel s'est assigné pour but immédiat de rechercher les caractères distinctifs des explosifs et de vérifier les relations qui peuvent exister entre ces caractères et l'effet utile, d'une part, la sécurité dans les mélanges grisouteux, d'autre part. Les recherches ont été confinées intentionnellement dans le domaine expérimental, les théories devant nécessairement faire appel à des lois et à des hypothèses qui ne sont pas exactes aux pressions et aux températures extrêmes que développe la détonation d'un explosif. On a toujours opéré sur des quantités aussi grandes que possible, afin de rester dans des conditions comparables à celles de la pratique et de rendre les résultats plus probants.

On a déterminé la charge limite amenant l'inflammation du grisou, la force, par l'essai Trauzl au bloc de plomb, la pression initiale, la chaleur dégagée, la vitesse de détonation, la longueur et la durée de la flamme de l'explosion.

Le tableau de la page suivante et le graphique fig. 18 renseignent les valeurs moyennes d'un grand nombre d'expériences effectuées depuis huit ans, sur les explosifs fabriqués par la Société de la Carbonite.

Les charges limites susceptibles de mettre le feu au gri-

(1) Pendant l'impression du présent travail a paru le tome III de la *Zeitschrift für Berg-, Hütten- und Salinenwesen* qui contient un mémoire de M. Bichel intitulé : *Untersuchungsmethoden für Sprengstoffen*. Nous en donnons à l'annexe II quelques extraits dans lesquels on trouvera traités d'une façon plus explicite certains points qui ne sont qu'indiqués ici.

sou ont été déterminées par des essais au mortier sans bourrage, dans la galerie de Schlebusch. Cette galerie, de section elliptique, est construite entièrement en fer et de dimensions identiques à celle de Schalke. Après divers essais, on a adopté, pour créer le mélange inflammable, de la benzine que l'on injecte dans la chambre d'explosion par un pulvérisateur à air comprimé et en quantité telle que la sensibilité du mélange soit égale à celle d'une atmosphère à 7 p. c. de grisou (600 centimètres cubes, pour une chambre d'explosion de 10 mètres cubes). On ajoute du charbon finement pulvérisé que l'on met en suspension dans l'air au moyen d'un petit ventilateur. On obtient ainsi, mieux que dans n'importe quelle autre atmosphère artificielle, des résultats constants et comparables à ceux que donne le grisou naturel.

Dans le tracé du diagramme, on a pris comme mesurant le *degré de danger*, l'inverse de la charge limite et, sauf la thundérite, les divers explosifs sont rangés dans l'ordre des ordonnées décroissantes. La poudre noire a été placée au premier rang, à cause de ses propriétés tout à fait spéciales.

EXPLOSIFS	COMPOSITION	CHALEUR dégagée par kilog.	PRESSION de 100 gramme dans une capacité de 15 litres Kg. par cm ²
Poudre noire	75 Salpêtre 13 Charbon 12 Soufre	574	18.7 kg.
Dynamite-gomme	92 o/o Nitroglycérine. 8 Coton-collodion	1.422	70.4
Dynamite I	75 o/o Nitroglycérine 25 o/o Guhr	1,170	48.2
Gelatine-dynamite	68.5 Nitroglycérine 1.5 Coton-collodion 27 Nitrate de sodium 3 Sciure de bois	1,321	55.4
Donarite	80 Nitrate ammonique 12 Trinitrotoluol. 3.8 Nitroglycérine 0.2 Coton-collodion 4 Farine	836	48.7
Ammon-Carbonite I.	80.3 Nitrate ammonique 5 Salpêtre 4 Nitroglycérine 0.2 Coton-collodion 6 Charbon 4.5 Amidon	850	46.8
Ammon-carbonite	82 Nitrate ammonique 10 Salpêtre 4 Amidon 4 Cellulose-gélatinée	757	42.25
Thunderite.	92 Nitrate ammonique 4 Trinitrotoluol. 4 Farine	777	38.0
Carbonite II	30 Nitroglycérine. 24.5 Nitrate sodique 40.5 Farine 5.0 Bichromate potass.	602	34.1
Carbonite I	25 o/o Nitroglycérine 30.5 Nitrate sodique 39.5 Farine 5 Bichromate potass.	601	32.4
Carbonite pour charbon	25 Nitroglycérine 34 Salpêtre 1 Nitrate de barium. 39.5 Farine 0.5 Carbon. de sodium	506	31.1
Carbonite	25 Nitroglycérine 30.5 Salpêtre 4 Nitrate de barium. 40 Farine 0.5 Carbonate sodique	576	26.6

ELARGISSEMENT du bloc de plomb pour 10 grammes.	VITESSE de détonation en mètres par seconde	DURÉE de la flamme de 100 grammes Millièmes de seconde.	LONGUEUR de la flamme (100 gr.) Millimètres	CHARGE LIMITE 7 % grisou- poussières Grammes	INVERSE de la charge limite
0	2 à 300	77.0	110	5	0.2
650	7,700	9.72	224	5	0.2
520	6,818	8.31	228	5	0.2
560	6,210	1.23	150	5	0.2
500	3,930 4,137	0.40	69	130	0.0077
470	1,753 3,195	0.32	56	300	0.0033
330	1,649 3,094	0.28	51	500	0.002
310	2,137 3,654	0.33	43	150	0.0066
300	2,472	0.53	48	900	0.0011
290	3,042	0.47	45	1,000	0.0010
270	2,700	0.31	41	1,100	0.0009
265	2,443	0.33	40	> 1,100	< 0.0009

Les essais de force ont été effectués avec des blocs de plomb de 0^m20 de hauteur et d'un diamètre égal, la cavité destinée à recevoir l'explosif ayant 0^m12 de profondeur et 0^m02 de diamètre. On expérimente des charges de 10 grammes, recouvertes d'un bourrage de sable et d'argile humide

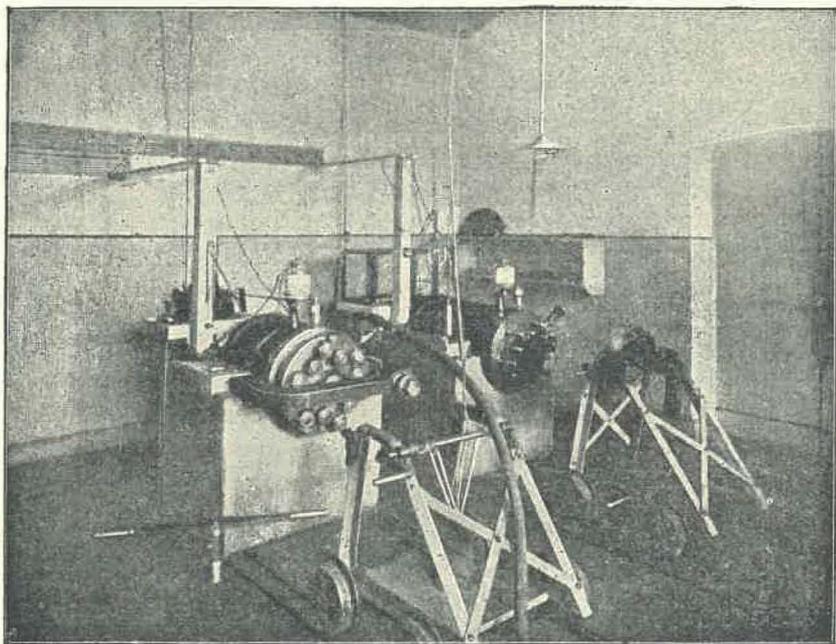


FIG. 8. — *Indicateur de pression de M. Bichel.*

et le tout est maintenu par un étrier en fer, serré par des coins.

Mais ce procédé ne se recommande que par sa simplicité; il ne permet de comparer entre eux que des explosifs ayant sensiblement le même pouvoir brisant. La déformation du métal ne dépend pas moins de la pression exercée que de la vitesse de détonation; elle est pour ainsi dire nulle avec les explosifs déflagrants, et pour les explosifs

brisants, elle est d'autant plus forte que la vitesse est plus grande. C'est pourquoi il importait de rechercher un nouvel appareil permettant de mesurer directement la pression développée par l'explosif. C'est ce qu'a réalisé M. Bichel dans l'indicateur de pression exposé à Düsseldorf, et dont nous donnons une vue photographique (fig. 8) ainsi qu'une coupe schématique (fig. 9). Cet appareil, déjà signalé dans le *Dictionnaire des substances explosibles*,

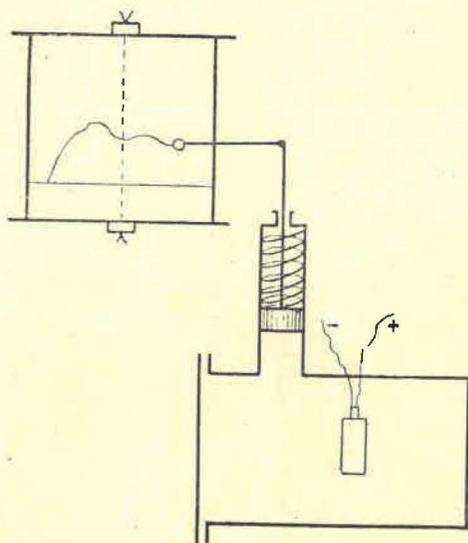


FIG. 9.

de M. Daniel, se compose d'un mortier d'acier de 0^m80 de long et de 0^m50 de diamètre, dont l'âme mesure 0^m48 × 0^m20 correspondant à une capacité de 15 litres. Ce mortier est solidement fixé par des ancrages dans un massif de maçonnerie. L'explosif muni d'un détonateur électrique est placé sur un léger support en fil de fer; les fils conducteurs passent à travers les parois du mortier. On ferme au moyen d'un fort couvercle boulonné et maintenu en outre par un solide étrier à vis. L'étanchéité est obtenue par l'intercala-

tion de lames de plomb. Une tubulure à robinet sert à faire le vide dans la chambre d'explosion et à recueillir les gaz, si l'on veut les peser et les analyser. La pression s'exerce sur un petit piston différentiel, dont la face supérieure est chargée d'un ressort, comme dans les indicateurs de pression des machines à vapeur, et une pointe, suivant les mouvements du piston, trace un diagramme sur un tambour mis en rotation rapide. A chaque expérience, le nombre de tours est indiqué par un signal électrique; il correspond à une vitesse linéaire de 2^m50 à 3 mètres par seconde.

Une pompe à air permet d'abaisser la pression à l'intérieur de la chambre d'explosion jusqu'à 0^m020 de mercure. L'explosion est accompagnée d'un bruit à peine sensible.

On peut opérer, sans endommager l'appareil, sur des charges de 300 grammes des explosifs les plus brisants.

Les figures 10, 11 et 12 représentent trois des diagrammes obtenus avec la poudre noire, la gélatine-dynamite et la carbonite. Avec la première, la pression monte progressivement jusqu'à un maximum et baisse ensuite très lentement à mesure que les produits de l'explosion se refroidissent. Avec les explosifs brisants, la courbe s'élève au contraire très rapidement et présente au début quelques oscillations qui proviennent de l'accélération imprimée à la masse du piston et du ressort de l'indicateur. L'ordonnée maximum du diagramme dépasse celle qui correspond à la pression statique réellement atteinte. L'inertie des masses aura des effets d'autant plus sensibles que la pression initiale est plus élevée et que la détonation est plus rapide. Quand les oscillations sont amorties, la courbe est une hélice dont le pas dépend de la vitesse du refroidissement et en prolongeant jusqu'à l'ordonnée à l'origine la tangente au point le plus haut où le diagramme prend une allure régulière, on aura la pression initiale. Les écarts d'observation ne dépassent pas, en général, 2 à 3 %.

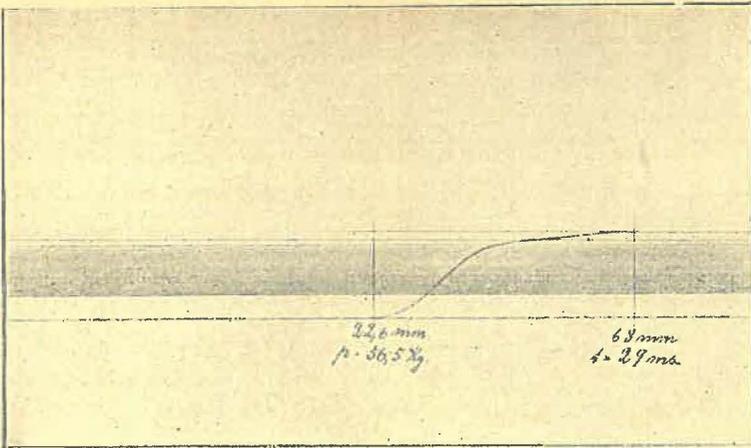


FIG. 10 (300 grammes de poudre noire).

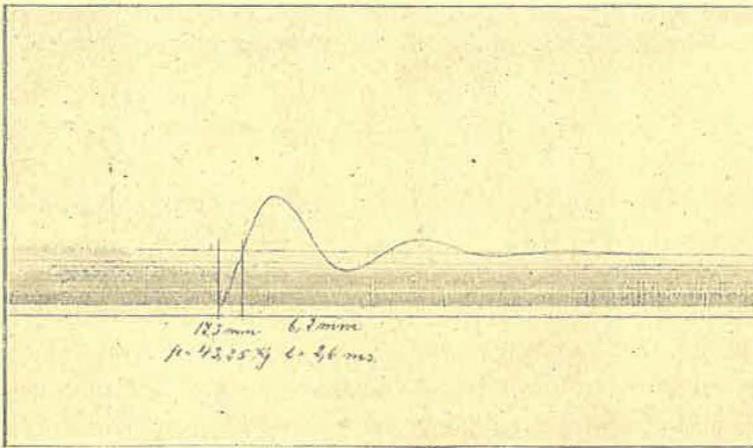


FIG. 11 (100 grammes de gélatine-dynamite).

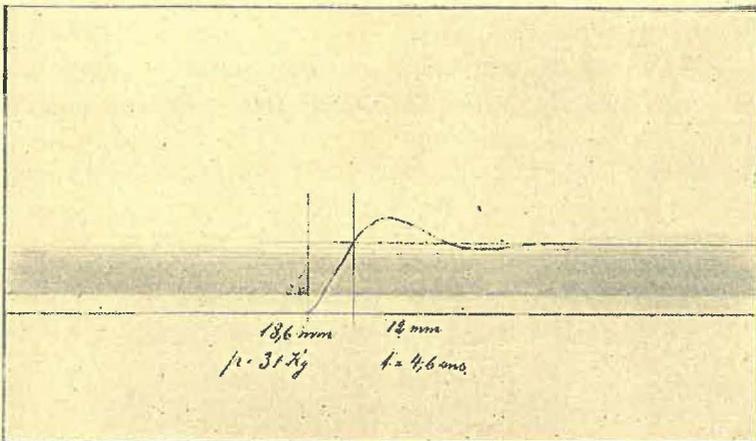


FIG. 12 (100 grammes de carbonite).

L'allure du diagramme donne immédiatement des indications sur le pouvoir brisant de l'explosif, sans qu'on puisse toutefois en déduire la mesure de la vitesse de détonation. Mais en comparant le chemin parcouru depuis l'origine jusqu'au moment où la pression maximum est atteinte et la vitesse de rotation du tambour, on peut dire dans quelle classe l'explosif expérimenté doit être rangé.

La mesure de la pression initiale est affectée d'une erreur provenant de l'influence des parois; celle-ci est fonction de la durée de l'explosion et de la proportion de vapeur d'eau contenue dans les produits de la réaction. Ainsi elle est beaucoup plus grande pour les explosifs au nitrate ammonique que pour les dynamites. Pour obtenir des résultats comparables, il faut éliminer l'influence du refroidissement. On y arrive en exécutant pour chaque explosif, une série d'expériences avec des charges constantes, dans une même capacité, mais en faisant varier la surface des parois. A cette fin, on dispose dans un cylindre de 20 litres de capacité intérieure, des disques d'acier qui réduisent à 15 litres le volume de la chambre d'explosion. Du résultat de ces expériences, on déduit par interpolation la valeur que prendrait la pression initiale s'il n'y avait pas de refroidissement. Ce sont les mesures ainsi corrigées qui sont inscrites dans le tableau et prises comme élément caractéristique de l'explosif.

En opérant sur la dynamite une série d'expériences avec des densités de chargement variant de $1/25$ à $1/150$, on a reconnu que les pressions corrigées sont très sensiblement proportionnelles aux charges; par suite, les mesures effectuées à l'indicateur pourraient servir à comparer les pressions que donneraient les différents explosifs détonant dans leur propre volume. Cette conclusion demande toutefois à être appuyée sur des expériences plus nombreuses, avec des appareils plus puissants permettant de se rapprocher davantage des densités de chargement pratiques.

Tel qu'il est construit actuellement, l'indicateur de pression donne des résultats qui permettent de comparer entre eux des explosifs d'un caractère très différent, et qui concordent très bien avec les forces relatives que la pratique a fait attribuer aux divers explosifs. Comme on le voit par le diagramme, la courbe des pressions se rapproche beaucoup de celle des effets au bloc de plomb pour les explosifs à détonation très rapide ; elle la surmonte pour les autres, ce qui rend manifeste l'influence de la vitesse de détonation.

Indépendamment de son utilité pratique pour la mesure de l'effet utile d'un explosif, l'indicateur Bichel se prête à des recherches scientifiques diverses. Après l'explosion, quand le mortier a repris la température de l'atmosphère ambiante, ce qui demande $1/2$ à $3/4$ d'heure, on peut procéder à toutes les mesures qualitatives et quantitatives des produits de l'explosion, solides, liquides ou gazeux. La pression des gaz se lit sur un indicateur spécial assez sensible, monté sur une tubulure à robinet ; connaissant en outre le volume de la chambre d'explosion et la température, on calcule le volume de ces gaz à la pression et à la température normales. On détermine leur poids spécifique au moyen d'une balance de Lux et on en déduit leur poids. On peut recueillir aussi les produits liquides et solides et les peser, et une analyse chimique fera connaître le mode de décomposition de l'explosif. A Schlebusch, on s'est préoccupé surtout de déterminer la proportion du poids de l'explosif transformée en gaz, car c'est de ce rapport que dépend, à densité de chargement et à énergie calorifique égales, la pression produite. C'est une donnée très intéressante au point de vue de l'étude de la composition de nouveaux explosifs.

La vitesse de détonation est un élément des plus importants, tant au point de vue de l'effet utile que de la sécu-

rité dans les mélanges grisouteux. Elle a été déterminée au moyen du chronographe Le Boulengé, en faisant sauter une file de cartouches mises en contact immédiat sur une longueur de 35 mètres. Ces mesures ont fait reconnaître que la vitesse de détonation augmente jusqu'à un certain point avec le diamètre des cartouches. Avec la dynamite, les variations sont insensibles, lorsque ce diamètre est de 30 millimètres ou plus ; pour les explosifs au nitrate ammonique, la vitesse augmente encore lorsque le diamètre atteint 50 millimètres. Les mesures inscrites au tableau correspondent au diamètre de 30 millimètres, que l'on adopte le plus fréquemment en pratique.

Cette influence de la section des cartouches ayant induit à penser que la vitesse ne serait pas la même à l'air libre que pour l'explosif enfermé dans une paroi résistante, on a effectué quelques expériences en plaçant les cartouches dans des tubes en fer enterrés à 1 mètre de profondeur. Les résultats ne diffèrent pas de ceux des explosions à l'air libre pour les explosifs à base de nitroglycérine ; pour les explosifs au nitrate ammonique, les vitesses ont été beaucoup plus considérables dans le second cas que dans le premier ; ce sont celles imprimées en italique dans le tableau et représentées par les lignes en petits traits dans le diagramme. On remarquera que la courbe des vitesses ainsi modifiée a une allure parallèle à celle des pressions. (voir fig. 18).

La chaleur dégagée par la réaction se mesure à la bombe calorimétrique de Berthelot, qui a reçu des modifications de détail et des dimensions suffisantes pour permettre d'opérer sur des quantités assez fortes (100 grammes de dynamite). La bombe de Schleichbusch (fig. 13) a une capacité de 30 litres ; une tubulure à robinet permet de faire le vide. La quantité d'eau du calorimètre est de 70 litres ; l'agitateur est commandé mécaniquement. On déduit de la chaleur

mesurée directement les calories provenant des phénomènes postérieurs à l'explosion, c'est-à-dire de la condensation de l'eau et de la transformation en bicarbonates des

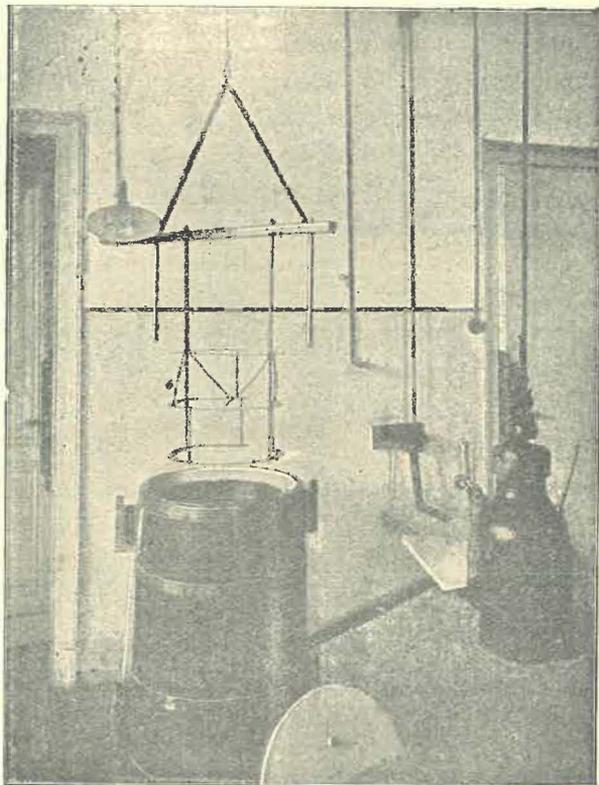


FIG. 13. — Calorimètre de M. Bichel.

carbonates alcalins. Une analyse chimique est indispensable pour déterminer les éléments de ces corrections.

La durée et la longueur des flammes produites par l'explosion sont des éléments des plus instructifs pour l'étude

des explosifs de sécurité ; ils prennent une importance capitale, si l'on admet que l'inflammation du grisou doit être attribuée au contact plus ou moins prolongé de ce gaz avec les produits de l'explosion. On est parvenu à les mesurer en fixant l'image de la flamme sur un tambour enveloppé d'un papier sensibilisé et tournant à grande vitesse. Les expériences ont lieu la nuit ; l'explosif est chargé dans un mortier dressé verticalement en avant d'une mire graduée. Les rayons lumineux sont concentrés sur un écran percé d'une fente très étroite et placé très près du tambour sensibilisé. Lorsque ce tambour est immobile, l'image a la largeur de la fente et une hauteur proportionnelle à celle de la flamme. Lorsque le tambour tourne, l'image s'étale dans le sens de la largeur et la plus grande élongation rapportée à la vitesse tangentielle du tambour permet de mesurer à $1/1000^{\text{me}}$ de seconde près, la durée du phénomène lumineux. On a pu admirer dans le compartiment de la Société de la Carbonite, à l'exposition de Düsseldorf, une collection de photographies obtenues par ce procédé, et réellement caractéristiques. L'impression des explosifs de sûreté est celle de dards effilés, légèrement obliques, formant un contraste frappant avec les panaches largement développés des dynamites. La poudre noire se place tout à fait hors cadre : la durée de la flamme d'une charge de 100 grammes serait, à l'échelle du diagramme, représentée par une ordonnée de $1^{\text{m}}54$.

Nous reproduisons dans les figures 14 à 17 quelques-unes de ces photographies.

Telles sont, en résumé, les méthodes par lesquelles la Société de la Carbonite a pu mener à bien des mesures la plupart très délicates. Quant aux résultats obtenus, nous nous bornons à consigner ici les faits les plus saillants, toutes réserves faites sur la portée qu'il convient de leur attribuer au point de vue le plus général.

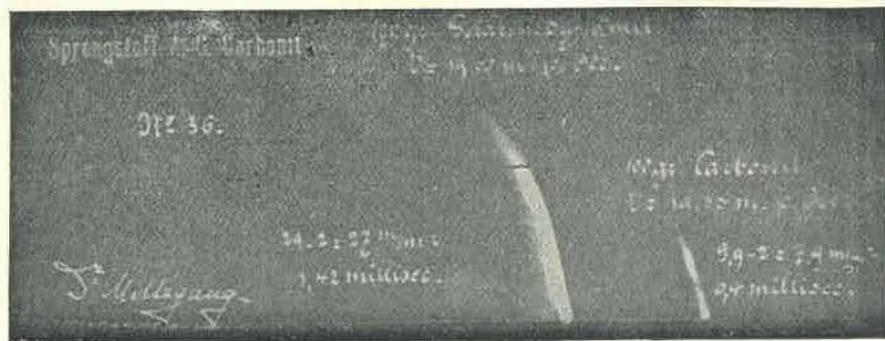


FIG. 14



FIG. 15.

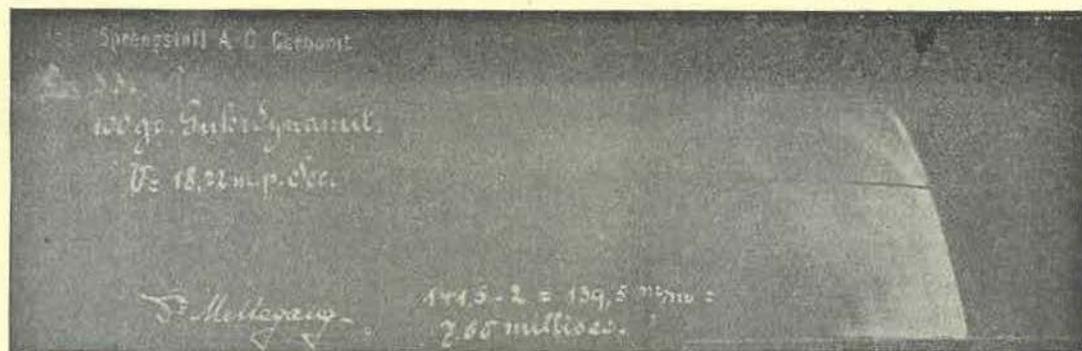


FIG. 16.



FIG. 17.

Reportons-nous au tableau et au diagramme (fig. 18) qui résumement les résultats des essais de Schlebusch. Si l'on fait abstraction de la thundérite, les explosifs sont rangés de gauche à droite dans l'ordre du danger qu'ils présentent dans les milieux grisouteux ; extrêmement grand pour la poudre noire et les dynamites, ce danger diminue très notablement avec les explosifs au nitrate ammonique, dont les charges limites sont de 150 à 500 grammes, et il se trouve réduit à son minimum avec les carbonites, dont la charge limite est de 900 à 1,100 grammes.

En recherchant à quelles influences il faut attribuer cette grande diversité dans la manière dont se comportent les explosifs en présence du grisou, on est frappé de cette coïncidence que toutes les courbes du graphique représentant les éléments caractéristiques des explosifs brisants ont une allure décroissante de gauche à droite, et que toutes les courbes des carbonites sont à un niveau particulièrement bas. Ainsi il y aurait un rapport inverse entre la sécurité, d'une part, et, d'autre part, la chaleur dégagée, la pression initiale, la vitesse de détonation. Ces derniers éléments doivent rester en dessous d'une certaine limite incompatible avec la sécurité, et on ne peut pas dire que leurs effets se compensent.

Le parallélisme est complet entre la courbe du danger et celles de la longueur et de la durée des flammes. C'est dans cette dernière seulement que la coïncidence s'étend jusqu'à la poudre noire, et on est amené à penser que la durée de la flamme pourrait bien être pour tous les explosifs la caractéristique principale de la sûreté. Cette durée augmente pour tous les explosifs avec la grandeur de la charge, et l'on se rend compte par là de l'existence d'une charge limite dont la détonation met inévitablement le feu au grisou.

Telles sont les conclusions qui se dégagent des intéres-

santes expériences de Schlebusch, envisagées dans leurs grandes lignes.

Remarquons cependant que toutes les courbes du diagramme présentent un point singulier pour la *thundérite*, et il en serait ainsi quel que soit le classement adopté pour cet explosif. Sa puissance est à peine supérieure à celle des carbonites, dont il se rapproche en outre par la longueur et la durée des flammes, et cependant sa charge limite n'est que de 150 grammes.

Quatre spécimens seulement des explosifs au nitrate ammonique ont été étudiés ; c'est relativement peu en comparaison du grand nombre d'explosifs de ce genre entrés dans la pratique courante. Des expériences plus nombreuses, faites sur des substances de composition différant suivant une échelle convenablement choisie, présenteraient un intérêt incontestable. Nous sommes persuadés qu'elles apporteraient de précieux enseignements pour la découverte des lois qui régissent les phénomènes complexes de la détonation et leur relation avec la sécurité du minage dans les mines à grisou.

Les théories physico-chimiques, qui ont, de leur côté, rendu de réels services dans ce domaine spécial, ne doivent pas être négligées ; elles trouveront dans les appareils et les procédés de M. Bichel ces auxiliaires précieux auxquels nous faisons appel dans le passage ci-dessus rappelé de notre rapport au Congrès de Paris. Ni la spéculation, ni l'expérience n'ont dit leur dernier mot. Une étape nouvelle vient d'être franchie dans la voie du progrès ; c'est un puissant encouragement à continuer des recherches dont l'importance est incontestable au point de vue scientifique et humanitaire.

Revenons à la statistique de l'emploi des explosifs pendant l'année 1901.

Les tableaux suivants ont été dressés dans la même forme que ceux des années précédentes, d'après les données recueillies par MM. les Ingénieurs en chef, Directeurs des divers arrondissements des mines.

L'annexe III contient des extraits des rapports de MM. les Ingénieurs en chef Directeurs, relativement aux résultats de cette statistique, dans leurs arrondissements respectifs.

Les groupements ont, comme précédemment, été effectués par puits.

Cette manière de faire n'est pas à l'abri de toute critique et c'est avec raison que M. l'Ingénieur en chef Directeur du 1^{er} arrondissement a pu formuler les observations qui sont reproduites en annexe et portant sur ce que la consommation totale d'un puits est rapportée à la catégorie la plus dangereuse, tandis que souvent la plus grande partie des travaux est pratiquée dans des couches bien moins grisouteuses.

Il arrive en effet fréquemment, comme le dit cet Ingénieur et comme nous l'avons déjà fait observer dans nos premières statistiques, qu'on exploite par un même siège des couches fort différentes de qualité et de propriétés grisouteuses. Il est, par exemple, des sièges dont les bouveaux ou travers-bancs recourent au Midi des couches de la série grasse ou tout au moins demi-grasse, et franchement grisouteuses (2^e catégorie *B*), tandis que, plus au Nord, ils recourent successivement des couches de plus en plus riches et à hautes teneurs en matières volatiles, jusqu'aux couches les plus élevées dans la série et absolument non grisouteuses. Comme le siège est classé dans la catégorie la plus dangereuse, un régime plus doux étant cependant

accordé pour les couches moins grisouteuses par des dispenses à tel ou tel article du règlement, le groupement de notre statistique, qui ne tient pas compte de ces dispenses, fait attribuer à des travaux réputés très grisouteux des consommations d'explosifs qui, en réalité, n'ont lieu que dans des travaux ne contenant que peu ou pas de grisou.

Nous donnerons néanmoins cette fois encore, les groupements par puits de mines. Non seulement, en effet, la comparaison avec les chiffres des années précédentes en sera facilitée, mais des modifications dans le règlement pouvant, dans l'avenir, amener un mode différent de classement des mines, ce qui entraînerait nécessairement de nouveaux changements dans la façon de grouper les résultats de la statistique, il paraît prématuré de modifier dès à présent les groupements qu'on peut être amené à modifier encore dans une prochaine statistique.

En outre, l'inconvénient signalé n'a pas encore une grande gravité à l'heure actuelle, la situation sous ce rapport, différant peu de ce qu'elle est depuis fort longtemps.

Mais il faut reconnaître que, dans l'avenir, pour le Couchant de Mons surtout, cette cause d'erreur peut s'accroître au point de fausser complètement les indications de notre statistique.

On se rappelle le triste accident survenu, le 29 janvier de cette année, au puits n° 5 du Couchant de Flénu : Un puits, en enfoncement dans une région extrêmement peu grisouteuse, a pénétré, d'une façon imprévue et par suite de l'existence d'une perturbation géologique importante, dans une zone où les couches sont sujettes aux dégagements instantanés du grisou. La première couche recoupée dans cette nouvelle région a précisément donné lieu à un de ces phénomènes et les trois ouvriers qui travaillaient sans défiance dans ce puits furent ensevelis et asphyxiés sous les charbons projetés avec les gaz dégagés.

A la suite de cet accident, ce puits a été classé dans la 3^e catégorie des mines à grisou, bien que de beaucoup la plus grande partie des travaux du siège se pratiquent dans des couches extrêmement peu grisouteuses (1).

Il en a été et il pourra encore en être de même pour d'autres sièges où la même perturbation géologique ou faille a été rencontrée ou le sera sous peu, et dans ces conditions la statistique des mines de troisième catégorie accusera une augmentation purement fictive de la consommation d'explosifs et de la densité du minage.

Il est donc manifeste que de nouveaux groupements s'imposeront dans l'avenir, tout au moins pour ces mines. Mais il n'en est pas ainsi pour la statistique de 1901.

Nous donnons ci-dessous, dans la même forme que précédemment, les tableaux récapitulatifs et comparatifs.

Nous n'y annexerons plus, comme nous l'avons toujours fait jusqu'ici, la liste des mines par catégories. Cette annexe a cessé de présenter de l'utilité par suite de la publication chaque année, dans la 2^{me} livraison des *Annales des mines de Belgique*, d'un tableau des charbonnages groupés par bassins et par arrondissements, et dans lequel on a ajouté, depuis cette année, une colonne indiquant le classement de chaque mine.

(1) Voici un extrait de la circulaire ministérielle adressée à ce propos, le 15 février 1902, à MM. les Chefs de service du corps des mines :

«
» Toute couche dans laquelle s'est produit un dégagement instantané de
» grisou, même non accompagné d'accident de personne, doit être soumise aux
» mesures de précaution prescrites pour les couches de l'espèce. Cette obligation,
» qui peut se rapporter à tout un faisceau de veines de même nature, aussi bien
» qu'à une seule, entraînera le classement du siège entier dans la 3^e catégorie des
» mines à grisou ; toutefois, le régime légal des autres couches sera maintenu au
» moyen de dispenses qui pourront être introduites dans l'arrêté même de
» classement. »

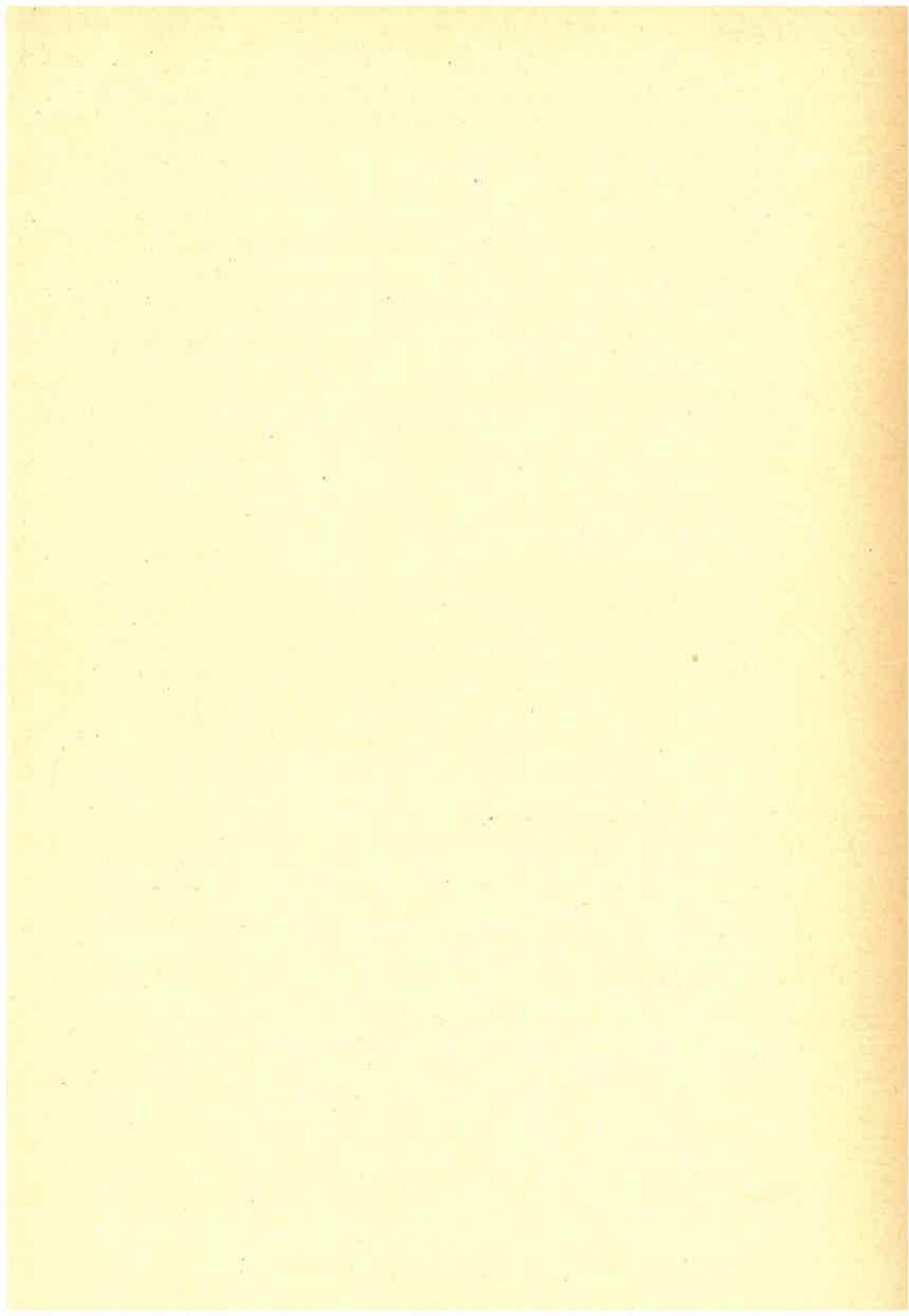


TABLEAU D

GROUPES DE MINES OU RÉGIONS MINIÈRES	NOMBRE DE SIÈGES d'extraction en activité	CHARBON extrait T*	PROPORTION EN KILOG. D'EXPLOSIFS			
			COUPAGE ET RECARRAGE DES VOIES			
			Poudre noire et autres explosifs à action lente	Dynamites et autres explosifs brisants, à l'exception de ceux dits de sûreté	Explosifs dits de sûreté	Explosifs de toute espèce
1	2	3	4	5	6	7
MINES NON						
Couchant de Mons	5	364,400	9,900 (2) 27	1,369 4	1,515 4	12,784 35
Centre	18	1,366,789	45,401 33	5,178 4	» »	55,9 37
Charleroi	14	1,179,900	42,930 36	6,468 5	» »	49,398 41
Namur.	8	21,280	1,300 61	» »	» »	1,300 61
Liège	7	119,450	6,785 57	2,137 18	580 5	9,502 80
LE ROYAUME	52	3,051,810	106,316 35	15,152 5	2,095 1	123,563 41
MINES A GRISOU DE LA						
Couchant de Mons	9	953,380	5,554 6	9,827 10	3,223 3	18,604 19
Centre	17	1,620,260	44,244 27	4,692 3	1,436 1	50,372 31
Charleroi	24	2,174,800	14,205 7	37,719 17	27,701 13	79,625 37
Namur.	7	583,700	3,960 7	16,650 28	3,995 7	24,605 42
Liège	19	1,420,120	43,065 30	16,582 12	8,011 5	67,658 47
LE ROYAUME	76	6,752,260	111,028 16	85,470 13	44,366 7	240,864 36

(1) Les chiffres de cette colonne sont obtenus en multipliant les nombres représentant les quantités extraites (colonne 7) par ceux représentant en mètres les ouvertures moyennes des couches exploitées.

(2) Les nombres en petits chiffres placés dans les diverses colonnes, au-dessus et à gauche de

RÉCAPITULATION

CONSOMMÉS PAR 1.000 T ^x DE CHARBON EXTRAIT PAR						COUCHES EXPLOITÉES		DENSITÉ DU MINAGE AU COUPAGE DES VOIES (1)
TRAVAUX préparatoires et de ler é ablissem ^t	ABATAGE DE LA HOUILLE — Explosifs de toute espèce	TOUS LES TRAVAUX				NOMBRE	Ouverture moyenne en mètres	
		Poudre noire et autres explosifs à action lente	Dynamites et autres explosifs brisants, à l'exception de ceux dits de sûreté	Explosifs dits de sûreté	Explosifs de toute espèce			
8	9	10	11	12	13	14	15	16

GRISOUTEUSES

7,329	762	15,517	1,634	3,724	20,875				
20	2	43	4	10	57	20	0.71	25	
16,379	18 947	78,620	7,175	110	85,905	69	0.92	33	
12	14	58	5	»	63	45	0.83	34	
21,816	56,740	116,141	11,713	100	127,954	7	0.86	52	
19	48	98	10	»	108	21	0.57	46	
170	100	1,400	170	»	1,570				
8	5	66	8	»	74				
7,061	1,649	12,024	5,602	586	18,212				
58	14	100	47	5	152				
52,755	78,198	223,702	26,294	4,520	254,516	162	0.85	34	
17	26	73	9	2	84				

1^{re} CATÉGORIE (peu grisouteuses)

12,432	2,872	9,707	18,007	6,194	33,908			
13	3	10	19	6	35	53	0.81	15
19,504	107	60,056	7,360	2,567	69,983	43	0.76	23
12	»	37	5	1	43	96	0.96	35
43,819	43,869	38,124	73,391	55,798	167,313	77	0.98	41
20	20	18	33	26	77	16	0.76	36
11,735	635	4,825	26,345	5,805	36,975			
20	1	8	45	10	63			
24,467	9,650	72,165	20,411	9,199	101,775			
17	7	51	14	6	71			
11,957	57,133	184,877	145,514	79,563	409,954	346	0.84	30
16	8	27	21	12	60			

n Kos d'explosifs de toute espèce consommés pour le coupage des voies par 1,000 tonnes de charbon (colonne 15).

ombres principaux représentent les quantités totales d'explosifs consommés.

TABLEAU DE

GROUPES DE MINES OU RÉGIONS MINIÈRES	NOMBRE DE SIÈGES d'extraction en activité	CHARBON extrait T*	PROPORTION EN KILOG. D'EXPLOSIF			
			COUPAGE ET RECARRAGE DES VOIES			
			Poudre noire et autres explosifs à action lente	Dynamites et autres explosifs brisants, à l'exception de ceux dits de sûreté	Explosifs dits de sûreté	Explosifs de toute espèce
1	2	3	4	5	6	7

MINES A GRISOU DE LA 2^{me} CATÉGORIE.

Couchant de Mons .	15	923,620	1,114	1	9,164	10	11,890	13	22,168	24
Centre	3	173,900	»	»	4,033	23	»	»	4,033	23
Charleroi	41	2,764,000	»	»	52,903	19	27,726	10	80,629	29
Namur.	1	131,900	»	»	3,840	29	25	»	3,865	29
Liège	26	2,605,750	9,525	4	26,832	10	26,234	10	62,591	24
LE ROYAUME .	81	6,599,170	10,639	2	96,772	14	65,875	10	173,286	26

MINES A GRISOU de la 2^{me} catégorie.

Couchant de Mons .	14	941,210	»	»	12	»	8,538	9	8,550	9
Centre	4	374,990	»	»	3,898	10	775	2	4,673	12
Charleroi	30	955,100	»	»	142	»	3,663	4	3,805	4
Namur.	1	8,900	»	»	»	»	25	3	25	3
Liège	19	1,638,810	»	»	5,892	4	4,336	2	10,228	6
LE ROYAUME .	68	3,919,010	»	»	9,944	2	17,337	5	27,281	7

MINES A GRISOU de la 3^{me}

Couchant de Mons .	21	1,131,450	»	»	»	»	5,725	5	5,725	5
Charleroi	4	759,800	»	»	»	»	»	»	»	»
	25	1,891,250	»	»	»	»	5,725	3	5,725	3

RÉCAPITULATION

CONSOMMÉS PAR 1.000 T* DE CHARBON EXTRAIT						COUCHES		DENSITÉ DU MINAGE AU COUPAGE DES VOIES (1)
PAR						EXPLOITÉES		
TRAVAUX réparatoires et de 1 ^{er} é ablissem ^t	ABATAGE DE LA HOUILLE	TOUS LES TRAVAUX				NOMBRE	Ouverture moyenne en mètres	
		Poudre noire et autres explosifs à action lente	Dynamites et autres explosifs brisants, à l'exception de ceux dits de sûreté	Explosifs dits de sûreté	Explosifs de toute espèce			
Explosifs de toute espèce	Explosifs de toute espèce	10	11	12	13	14	15	16

Couches de la classe A (moyennement grisouteuses)

3,997	456	5,825	16,426	14,370	36,621				
15	»	6	18	15	39	75	0,65	16	
4,495	»	»	8,528	»	8,528	49	11	1,07	
26	»	»	49	»	49	11	1,07	25	
8,386	7,175	2,606	84,012	49,572	136,190	49	156	0,83	
18	2	1	30	18	49	156	0,83	24	
2,225	»	»	6,065	25	6,090	46	3	1,09	
17	»	»	46	»	46	3	1,09	32	
8,565	»	24,886	45,458	40,812	111,156	43	127	0,82	
19	»	9	18	16	43	127	0,82	19	
7,668	7,631	33,317	160,489	104,779	298,585				
18	1	5	24	16	45	372	0,81	21	

Couches de la classe B (fort grisouteuses).

8,502	»	»	1,885	15,167	17,052			
9	»	»	2	16	18	66	0,80	7
7,023	»	»	10,921	775	11,696	31	9	1,14
19	»	»	29	2	31	9	1,14	14
2,968	»	»	1,936	4,837	6,773	7	29	1,26
3	»	»	2	5	7	29	1,26	5
150	»	»	150	25	175	20	2	1,06
17	»	»	17	3	20	2	1,06	3
2,392	»	884	15,348	16,388	32,620	20	70	1,10
14	»	»	10	10	20	70	1,10	6
1,035	»	884	30,240	37,192	68,316			
11	»	»	8	10	18	156	1,03	7

catégorie. (Dégagements instantanés).

3,583	»	»	3,349	15,959	19,308			
12	»	»	3	14	17	80	0,88	4
2,750	»	»	6,914	5,836	12,750	17	37	1,12
17	»	»	9	8	17	37	1,12	0
6,333	»	»	10,263	21,795	32,058			
14	»	»	5	12	17	117	0,97	3

TABLEAU COMPARATIF ENTRE

GROUPES DE MINES ou RÉGIONS MINIÈRES	NOMBRE DE SIÈGES d'extraction en activité	CHARBON extrait T*	PROPORTION EN KILOG. D'EXPLOSION				
			COUPAGE ET RECARRAGE DES VOIES				
			Poudre noire et autres explosifs à action lente	Dynamites et autres explosifs brisants, à l'exception de ceux dits de sûreté	Explosifs dits de sûreté	Explosifs de toute espèce	
1	2	3	4	5	6	7	
MINES A GRISOU DE							
Couchant de Mons ou Borinage	1899	8	918,479	11	11	1	23
	1901	9	953,380	6	10	3	19
	Différence en 1901 en + ou en -	+ 1		- 5	- 1	+ 2	- 4
Centre	1899	18	1,714,910	23	4	2	29
	1901	17	1,620,260	27	3	1	31
	Différence en 1901 en + ou en -	- 1		+ 4	- 1	- 1	+ 2
Charleroi	1899	22	1,955,000	5	13	10	28
	1901	24	2,174,800	7	17	13	37
	Différence en 1901 en + ou en -	+ 2		+ 2	+ 4	+ 3	+ 9
Namur	1899	5	503,780	4	30	2	36
	1901	7	583,700	7	28	7	42
	Différence en 1901 en + ou en -	+ 2		+ 3	- 2	+ 5	+ 6
Liège	1899	23	1,453,630	35	12	1	48
	1901	19	1,420,120	30	12	5	47
	Différence en 1901 en + ou en -	- 4		- 5	0	+ 4	- 1
Le Royaume	1899	76	6,546,390	17	12	4	33
	1901	76	6,752,260	16	13	7	36
	Différence en 1901 en + ou en -			- 1	+ 1	+ 3	+ 3

LES ANNÉES 1899 ET 1901.

CONSOMMÉS PAR 1,000 T ^x DE CHARBON EXTRAIT PAR						COUCHES EXPLOITÉES		DENSITÉ DU MINAGE AU COUPAGE DES VOIES (1)
TOUS LES TRAVAUX						NOMBRE	Ouverture moyenne en mètres	
TRAVAUX préparatoires et de 1 ^{er} établissement — Explosifs de toute espèce	ABATAGE DE LA HOUILLE — Explosifs de toute espèce	Poudre noire et autres explosifs à action lente	Dynamites et autres explosifs brisants, à l'exception de ceux dits de sûreté	Explosifs dits de sûreté	Explosifs de toute espèce			14
8	9	10	11	12	13			

LA 1^{re} CATÉGORIE

12	3	18	19	1	38	55	0,80	18
13	3	10	19	6	35	53	0,81	15
+ 1	0	- 8	0	+ 5	- 3			- 3
10	»	31	6	2	39	75	0,73	21
12	»	37	5	1	43	94	0,76	23
+ 2	»	+ 6	- 1	- 1	+ 4			+ 2
21	19	20	19	29	68	95	0,94	26
20	20	18	33	26	77	96	0,96	35
- 1	+ 1	- 2	+ 14	- 3	+ 9			+ 9
17	2	5	47	3	55	15	0,92	33
20	1	8	45	10	63	16	0,98	41
+ 3	+ 1	+ 3	- 2	+ 7	+ 8			+ 8
15	4	51	15	1	67	83	0,77	37
17	7	51	14	6	71	87	0,76	36
+ 2	+ 3	0	- 1	+ 5	+ 4			- 1
15	7	28	17	10	55	324	0,82	27
16	8	27	21	12	60	346	0,84	30
+ 1	+ 1	- 1	+ 4	+ 2	+ 5			+ 3

TABLEAU COMPARATIF ENTR.

GROUPES DE MINES OU RÉGIONS MINIÈRES	NOMBRE DE SIÈGES d'extraction en activité	CHARBON extrait T*	PROPORTION EN KILOG. D'EXPLOSIF			
			COUPAGE ET RECARRAGE DES VOIES			
			Poudre noire et autres explosifs à action lente	Dynamites et autres explosifs brisants, à l'exception de ceux dits de sûreté	Explosifs dits de sûreté	Explosifs de toute espèce
1	2	3	4	5	6	7

MINES A GRISOU DE L.

Couchant de Mons ou Borinage	1899	19	1,145,520	1	8	10	19
	1901	15	923,620	1	10	13	24
	Différence en 1901 en + ou en -			0	+ 2	+ 3	+ 5
Centre.	1899	3	297,630	»	8	»	8
	1901	3	173,900	»	23	»	23
	Différence en 1901 en + ou en -			»	+ 15	»	+ 15
Charleroi.	1899	41	2,786,000	»	14	9	23
	1901	44	2,764,000	»	19	10	29
	Différence en 1901 en + ou en -			»	+ 5	+ 1	+ 6
Namur.	1899	1	76,360	»	15	»	15
	1901	1	131,900	»	29	»	29
	Différence en 1901 en + ou en -			»	+ 14	»	+ 14
Liège.	1899	28	2,524,314	4	10	6	20
	1901	26	2,605,750	4	10	10	24
	Différence en 1901 en + ou en -			0	0	+ 4	+ 4
Le Royaume	1899	92	6,829,824	2	12	7	21
	1901	81	6,599,170	2	14	10	26
	Différence en 1901 en + ou en -				+ 2	+ 3	+ 5

LES ANNÉES 1899 ET 1901

CONSOMMÉS PAR 1,000 T ^x DE CHARBON EXTRAIT						COUCHES		DENSITÉ DU MINAGE AU COUPAGE DES VOIES
UR						EXPLOITÉES		
TRAVAUX préparatoires et de 1 ^{er} établissem ^t — Explosifs de toute espèce	ABATAGE DE LA HOUILLE — Explosifs de toute espèce	TOUS LES TRAVAUX				NOMBRE	Ouverture moyenne en mètres	(1)
		Poudre noire et autres explosifs à action lente	Dynamites et autres explosifs brisants, à l'exception de ceux dits de sûreté	Explosifs dits de sûreté	Explosifs de toute espèce			
8	9	10	11	12	13	14	15	16

2^e CATÉGORIE (Couches de la classe A).

11	»	2	15	13	30	86	0.63	12
15	»	6	18	15	39	75	0.65	16
+ 4	»	+ 4	+ 3	+ 2	+ 9			+ 4
17	»	»	25	»	25	14	1.05	8
26	»	»	49	»	49	11	1.07	25
+ 9	»	»	+ 24	»	+ 24			+17
10	»	2	22	9	33	133	0.81	20
18	2	1	30	18	49	156	0.83	24
+ 8	+ 2	- 1	+ 8	+ 9	+ 16			+ 4
40	»	»	55	»	55	2	0.74	11
17	»	»	46	»	46	3	1.09	32
- 23	»	»	- 9	»	- 9			+21
17	»	9	18	10	37	108	0.88	18
19	»	9	18	16	43	127	0.82	19
+ 2	»	0	0	+ 6	+ 6			+ 1
13	»	4	20	10	34	343	0.81	17
18	1	5	24	16	45	372	0.81	21
+ 5	+ 1	+ 1	+ 4	+ 6	+ 11			+ 4

TABLEAU COMPARATIF ENTR

GROUPES DE MINES OU RÉGIONS MINIÈRES	NOMBRE DE SIÈGES d'extraction en activité	CHARBON extrait T*	PROPORTION EN KILOG. D'EXPLOSION			
			COUPAGE ET RECARRAGE DES VOIES			
			Poudre noire et autres explosifs à action lente	Dynamites et autres explosifs brisants, à l'exception de ceux dits de sûreté	Explosifs dits de sûreté	Explosifs de toute espèce
1	2	3	4	5	6	7

MINES A GRISOU DE L

Couchant de Mons ou Borinage	1899	14	871,710	»	»	11	11
	1901	14	941,210	»	»	9	9
	Différence en 1901 en + ou en -			»	»	- 2	- 2
Centre.	1901 ⁽¹⁾	4	374,990	»	10	2	12
Charleroi.	1899	31	867,300	»	»	3	3
	1901	30	955,100	»	»	4	4
	Différence en 1901 en + ou en -			»	»	+ 1	+ 1
Namur.	1899	1	49,340	»	2	»	2
	1900	1	8,900	»	»	3	3
	Différence en 1901 en + ou en -			»	- 2	+ 3	+ 1
Liège.	1899	21	1,780,670	»	4	1	5
	1901	19	1,638,810	»	4	2	6
	Différence en 1901 en + ou en -			»	0	+ 1	+ 1
Le Royaume	1899	67	3,569,020	»	2	4	6
	1901	68	3,919,010	»	2	5	7
	Différence en 1901 en + ou en -			»	0	+ 1	+ 1

(1) En 1899, il n'y avait pas de couches classées B dans les mines du Centre.

LES ANNÉES 1889 ET 1900

CONSOMMÉS PAR 1,000 T ^x DE CHARBON EXTRAIT						COUCHES EXPLOITÉES		DENSITÉ DU MINAGE AU COUPAGE DES VOIES (1)
TOUS LES TRAVAUX						NOMBRE	Ouverture moyenne en mètres	
TRAVAUX préparatoires et de 1 ^{er} établissement — Explosifs de toute espèce	ABATAGE DE LA HOUILLE — Explosifs de toute espèce	Poudre noire et autres explosifs à action lente	Dynamites et autres explosifs brisants, à l'exception de ceux dits de sûreté	Explosifs dits de sûreté	Explosifs de toute espèce			14
8	9	10	11	12	13			

CATÉGORIE (Couches de la classe B).

7	»	»	3	15	18	40	0.76	8
9	»	»	2	16	18	66	0.80	7
+ 2	»	»	- 1	+ 1	»			- 1
19	»	»	29	2	31	9	1.14	14
7	»	»	5	5	10	31	1.19	4
3	»	»	2	5	7	29	1.26	5
- 4	»	»	- 3	0	- 3			+ 1
15	»	»	17	»	17	2	1.08	2
17	»	»	17	3	20	2	1.06	3
+ 2	»	»	0	+ 3	+ 3			+ 1
11	»	1	12	3	16	73	0.91	5
14	»	»	10	10	20	70	1.10	6
+ 3	»	- 1	- 2	+ 7	+ 4			+ 1
9	»	»	8	7	15	146	0.92	6
11	»	»	8	10	18	156	1.03	7
+ 2	»	»	0	+ 3	+ 3			+ 1

TABLEAU COMPARATIF ENTRÉES

GROUPES DE MINES ou RÉGIONS MINIÈRES	NOMBRE DE SIÈGES d'extraction en activité	CHARBON extrait T*	PROPORTION EN KILOG. D'EXPLOSIF			
			CROUPAGE ET RECARRAGE DES VOIES			
			Poudre noire et autres explosifs à action lente	Dynamites et autres explosifs brisants, à l'exception de ceux dits de sûreté	Explosifs dits de sûreté	Explosifs de toute espèce
1	2	3	4	5	6	7

MINES A GRISOU DI

Couchant de Mons ou Borinage	1899	19	1,127,480	»	1	3	4
	1901	21	1,131,450	»	0	5	5
	Différence en 1901 en + ou en -			»	- 1	+ 2	+ 1
Charleroi.	1899	8	763,900	»	»	»	»
	1901	4	759,800	»	»	»	»
	Différence en 1901 en + ou en -			»	»	»	»
Le Royaume	1899	28	1,891,380	»	»	2	2
	1901	25	1,891,250	»	»	3	3
	Différence en 1901 en + ou en -			»	»	+ 1	+ 1

LES ANNÉES 1889 ET 1901

CONSOMMÉS PAR 1,000 T ^x DE CHARBON EXTRAIT JR						COUCHES EXPLOITÉES		DENSITÉ DU MINAGE AU COUPAGE DES VOIES (1)
TRAVAUX préparatoires et de 1 ^{er} établissement — Explosifs de toute espèce	ABATAGE DE LA HOUILLE — Explosifs de toute espèce	TOUS LES TRAVAUX				NOMBRE	Ouverture moyenne en mètres	
		Poudre noire et autres explosifs à action lente	Dynamites et autres explosifs brisants, à l'exception de ceux dits de sûreté	Explosifs dits de sûreté	Explosifs de toute espèce			
8	9	10	11	12	13	14	15	16

LA 3^e CATÉGORIE

12	»	»	4	12	16	61	0.88	4
12	»	»	3	14	17	80	0.88	4
0	»	»	- 1	+ 2	+ 1			0
10	»	»	9	1	10	36	1.10	0
17	»	»	9	8	17	37	1.12	0
+ 7	»	»	0	+ 7	+ 7			0
11	»	»	5	8	13	97	0.93	2
14	»	»	5	12	17	117	0.97	3
+ 3	»	»	0	+ 4	+ 4			— 1

Ainsi que nous le disions au début de la présente notice, les chiffres des tableaux ci-dessus accusent une augmentation générale de la quantité d'explosifs consommés ; cette augmentation est assez faible, mais, si l'on fait intervenir cette circonstance que l'ouverture moyenne des couches déhouillées a été aussi un peu plus grande qu'en 1899, année de la précédente statistique, on trouve que, pour un même cube de roches à abattre, la quantité d'explosifs consommés s'est sensiblement accrue.

C'est ce que font ressortir les chiffres donnant la *densité du minage*, qui, dans les mines à grisou, dépasse de plusieurs unités les chiffres de l'année précédente.

Voici, réunis en un seul tableau, les chiffres indiquant ce terme comparatif de deux en deux ans depuis 1893 :

Densité du minage au coupage des voies.

		1893	1895	1897	1899	1901
Mines non grisouteuses	Couchant de Mons	17	18	22	25	25
	Centre	20	25	29	34	33
	Charleroi	44	33	34	36	34
	Namur	26	32	60	33	52
	Liège.	35	32	32	35	46
	Le Royaume . . .	27	27	30	33	34
<hr/>						
Mines à grisou de la 1 ^{re} catégorie	Couchant de Mons	19	18	15	18	15
	Centre	24	24	22	21	23
	Charleroi	33	29	23	26	35
	Namur	29	27	40	33	41
	Liège	35	37	34	37	36
	Le Royaume . . .	29	27	25	27	30
<hr/>						
Mines à grisou de la 2 ^e catégorie	Couchant de Mons	14	10	{ A 11 B 9	12 8	16 7
	Centre	11	23	A 8	8	{ A 25 B 14
	Charleroi	17	14	{ A 15 B 1	20 4	24 5
	Namur	22	15	{ A 13 B 1	11 2	32 3
	Liège	17	18	{ A 20 B 3	18 5	19 6
	Le Royaume . . .	17	14	{ A 16 B 4	17 6	21 7
<hr/>						
Mines à grisou de la 3 ^e catégorie	Couchant de Mons	8	5	2	4	4
	Charleroi	1	0	0	0	0
	Le Royaume . . .	5	3	1	2	3

Bien qu'à côté de cet accroissement de la densité du minage, on ait, d'autre part, comme nous allons le voir, à constater une amélioration dans la qualité des explosifs consommés, on doit néanmoins regretter ce mouvement de recul que ne compense peut-être pas tout-à-fait, au

point de vue de la sécurité de nos mines à grisou, l'amélioration constatée d'autre part.

Malgré la tendance générale dans le sens de l'augmentation, nous relevons avec satisfaction les efforts réalisés dans plusieurs charbonnages pour se passer, dans la mesure du possible, pour le coupage des voies surtout, du dangereux concours de l'explosif et nous voyons le nombre de mines où la densité du minage se chiffre par 0 quelque peu accru depuis nos relevés précédents ; c'est ce que l'on peut constater dans le tableau ci-dessous des charbonnages grisouteux où la densité du minage a été inférieure à 10 pendant l'année 1901 :

Couchant de Mons

Belle-Vue (2 ^{me} catégorie B et 3 ^{me} catégorie)	0
Bois-de-Boussu (2 ^{me} catégorie B)	0
Bois de St-Ghislain (3 ^{me} catégorie)	0
Agrappe (3 ^{me} catégorie)	2
Bonne-Veine (2 ^{me} catégorie B)	5
Grande Machine à feu de Dour (2 ^{me} catég. A et B)	6
Escouffiaux (3 ^{me} catégorie)	7

Charleroi

Bois de la Haye (2 ^{me} catégorie B et 3 ^{me} catégorie)	0
Beaulieusart (3 ^{me} catégorie)	0
Marcinelle-Nord (2 ^{me} catégorie A et 3 ^{me} catégorie)	0
Bois-de-Cazier (3 ^{me} catégorie)	0
Sacré-Madame (2 ^{me} catégorie A et B)	0
Marchienne (2 ^{me} catégorie A et B)	3
Bonne-Espérance à Montigny (2 ^{me} catégorie A)	3

Liège

Marihaye (2 ^{me} catégorie B)	0
Six-Bonniers (2 ^{me} catégorie B)	0
Cockerill (2 ^{me} catégorie B)	2
Ougrée (2 ^{me} catégorie B)	5
Bonnier (1 ^{re} catégorie)	7
Corbeau-au-Berleur (2 ^{me} catégorie A)	8
Patience-et-Beaujonc (2 ^{me} catégorie A et B)	9

L'amélioration, sous le rapport de la *qualité* des explosifs employés, ressort des tableaux suivants qui, rappelant les chiffres des années antérieures, permettent d'apprécier le chemin parcouru.

Voici d'abord le tableau résumant, par qualités d'explosifs, les quantités totales de ceux-ci consommées dans les mines de diverses catégories.

Nous y voyons la consommation en poudres lentes diminuer d'une façon continue, passant de 40 kilogrammes par 1,000 tonnes extraites en 1893, à 20 kilogrammes en 1901, soit une diminution de moitié.

Quantités (en kilog.) d'explosifs consommés annuellement pour tous les

	POUDRES LENTES					EXPLOSIFS BRISANTS				
	1893	1895	1897	1899	1901	1893	1895	1897	1899	1901
Mines sans grisou	319,919	287,980	278,465	250,722	223,702	11,425	12,473	14,189	19,350	26,294
Mines à grisou 1 ^{re} cat.	242,307	213,359	202,377	184,250	184,877	47,923	64,811	84,833	110,850	145,514
Mines à grisou 2 ^e catégorie	196,035	180,111	67,936	28,907	33,317	56,446	65,854	101,857	135,606	160,489
A			7,209	1,769	884			23,015	28,364	30,240
Mines à grisou 3 ^e cat.	4,202	2,324	1,913	»	»	11,168	8,163	6,909	10,320	10,263
Toutes les mines.	762,463	684,344	557,900	465,648	442,780	126,962	151,301	230,803	304,490	372,800
Production tonnes	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Quantité (en kilog.) d'explosifs consommés par 1000 tonnes extraites. . .	40	35	26	21	20	6	7	11	14	17

travaux dans les mines de houille de Belgique de 1893 à 1901.

EXPLOSIFS DITS DE SURETÉ					EXPLOSIFS DE TOUTE ESPÈCE				
1893	1895	1897	1899	1901	1893	1895	1897	1899	1901
5,275	»	1,383	6,308	4,520	336,619	300,453	294,037	276,380	254,516
21,475	18,255	28,709	65,098	79,563	311,687	296,425	315,919	360,198	409,954
59,127	48,734	58,640	67,616	104,779	311,608	295,269	288,433	232,129	298,585
		28,053	22,542	37,192			58,277	52,675	68,316
12,493	13,797	12,085	18,876	21,795	27,863	24,284	20,907	25,196	32,058
98,352	80,786	128,870	176,440	247,849	987,777	916,431	917,573	946,578	1,063,429
»	»	»	»	»	19,411,000	20,453,000	21,492,000	21,915,000	22,213,400
5	4	6	8	11	51	45	43	43	48

Ce recul, si favorable à la sécurité, dans la consommation de poudre noire, ressort mieux encore du tableau suivant :

		Quantités en kg. d'explosifs brisants et de sûreté consommés pour tous travaux	Proportion % de la consommation totale d'explosifs
1893	Mines non grisouteuses.	16,700	5
	Mines à grisou de la 1 ^{re} catég.	69,380	22
	» 2 ^e »	115,573	37
	» 3 ^e »	28,661	85
	Toutes les mines.	225,314	23
1895	Mines non grisouteuses.	12,473	4
	Mines à grisou de la 1 ^{re} catég.	83,066	28
	» 2 ^e »	114,588	39
	» 3 ^e »	21,960	90
	Toutes les mines	232,087	25
1897	Mines non grisouteuses.	15,572	5
	Mines à grisou de la 1 ^{re} catég.	113,542	36
	» 2 ^e »	160,497	70
	» 3 ^e »	18,994	91
			88
	Toutes les mines.	359,673	39
1899	Mines non grisouteuses.	25,658	9
	Mines à grisou de la 1 ^{re} catég.	175,948	49
	» 2 ^e »	203,222	88
	» 3 ^e »	25,196	100
			97
	Toutes les mines.	480,930	50
1901	Mines non grisouteuses.	30,814	12
	Mines à grisou de la 1 ^{re} catég.	225,077	55
	» 2 ^e »	265,268	89
	» 3 ^e »	32,058	100
			99
	Toutes les mines.	620,649	58

Nous avons jusqu'ici considéré la qualité des explosifs employés pour l'ensemble des travaux; si on la considère séparément pour le coupage des voies, on trouve un progrès plus accentué encore, ainsi qu'en témoigne le tableau ci-dessous :

	PROPORTIONS de poudre noire ou d'explosifs lents par rapport à la consommation totale d'explosifs pour le coupage des voies				
	1893	1895	1897	1899	1901
	%	%	%	%	%
Mines non grisouteuses	93	95	90	88	78
Mines à grisou de la 1 ^{re} catégorie .	73	68	61	53	46
» 2 ^e » } A	63	62	22	8	6
» 2 ^e » } B			2 1/2		
» 3 ^e »	4	0	0	0	0

Quant aux explosifs de sûreté, ils n'avaient pas, comme il a déjà été maintes fois rappelé, été mentionnés dans le règlement de 1895; le développement de leur emploi résulte donc de la louable initiative de MM. les Exploitants, initiative encouragée par l'Administration des mines.

L'intervention de celle-ci n'a pas consisté qu'en simples recommandations : Il est maintes circonstances où des dérogations aux prescriptions rigoureuses du règlement, dérogations d'ailleurs prévues par celui-ci, sont accordées quand la nature du gisement exige pratiquement l'emploi des explosifs. Ces dérogations sont toujours subordonnées à des conditions qui réduisent au minimum le danger de cet

emploi. Parmi ces conditions se trouvait le plus souvent l'obligation de n'employer que des explosifs offrant le maximum de sûreté.

La prescription de cette dernière condition a été généralisée par la circulaire ministérielle du 27 octobre 1900 qui, en même temps qu'elle recommande de donner dans ces cas, la préférence aux *explosifs dits de sûreté*, précise la signification de cette dernière qualification en renvoyant aux listes publiées par nous dans les *Annales des Mines de Belgique*.

Nous reproduisons en annexe (annexe n° IV) les termes de cette circulaire.

Le progrès accompli dans l'emploi des explosifs de sûreté pour l'opération du coupage des voies est révélé par le tableau suivant qui indique, depuis 1888, année où l'on a commencé à se servir des dits explosifs, dans quelles proportions ils ont été employés.

RÉGIONS MINIÈRES		Proportions % des explosifs de sûreté par rapport à la consommation totale d'explosifs pour le coupage des voies.				
		1888	1895	1897	1899	1901
MINES à grisou de la 1 ^{re} catégorie	Couchant de Mons	0 %	7 %	28 %	3 %	17 %
	Centre	0	8	17	5	3
	Charleroi	0	9	16	37	35
	Namur (1)	0	4	0	5	16
	Liège	0	0	2	2	12
	Le Royaume	0	6	10	13	19
MINES à grisou de la 2 ^e catégorie	Couchant de Mons	3	67	84	61	63
	Centre (1)	0	100	19	0	1
	Charleroi	0	8	30	39	37
	Namur (1)	0	6	8	0	1
	Liège	1	1	24	29	30
	Le Royaume	1	17	39	39	42
MINES à grisou de la 3 ^e catégorie	Couchant de Mons	11	92	88	80	100
	Charleroi (2)	»	»	»	»	»
	Le Royaume	11	92	88	80	100

(1) Il ne faut pas attribuer une importance exagérée aux chiffres qui concernent la province de Namur, et, pour les mines de la 2^e catégorie, le bassin du Centre; le nombre des mines y étant restreint, les chiffres peuvent subir de fortes fluctuations sans que celles-ci aient une signification bien sérieuse.

(2) On n'a pas employé d'explosifs du tout pour le coupage des voies.

Depuis la circulaire du 27 octobre et la publication de notre dernière liste dans notre précédente statistique (1), plusieurs explosifs nouveaux ont été reconnus par arrêtés ministériels comme pouvant être qualifiés explosifs de sûreté pour l'application de la circulaire du 27 octobre 1900, c'est-à-dire qu'ils peuvent être employés dans les cas de dérogations.

Nous donnons ci-dessous, comme nous l'avons fait dans les statistiques antérieures, les noms des explosifs qui ont été classés dans les trois rubriques de notre statistique de 1901. Les divers explosifs sont indiqués dans l'ordre de l'importance de leur emploi, pendant la dite année 1901.

Nous avons, dans nos publications précédentes, expliqué sur quels principes nous nous sommes basés pour établir cette liste essentiellement provisoire; sans aucun doute elle devra subir sous peu diverses modifications à la suite des expériences qui vont être entreprises à notre siège d'expériences de Frameries.

I. — POUDRES LENTES.

La *Poudre noire*, ordinaire ou comprimée, la *Néoclastite* et la *Lithotrite*.

II. — EXPLOSIFS BRISANTS.

a) Dynamites et autres produits analogues :

La *Dynamite-gomme*, la *Gélatine-dynamite*, la *Gèlignite*, la *Dynamite n° 1*, la *Mélanite*, la *Colinite* et la *Gélatine-explosible*.

b) Explosifs brisants au nitrate ammonique :

Les *Explosifs Favier n° 1 et n° 3*, la *Densite A*, la *Bellite* et la *Minolite*.

III. — EXPLOSIFS DITS DE SURETÉ.

L'*Antigrisou Favier n° 2*, la *Grisoutite* ou la *Forcite*

(1) Voir *Annales des Mines de Belgique*, t. V, 4^{me} liv., p. 688.

antigrisouteuse n° 2, la Densité D ou E, l'Antigrisou d'Arendonck, la Nitroferrite n° 1, la Fractorite, la Dynamite de sûreté (grisoutine), la Baelénite, la Poudre blanche Cornil, la Wallonite, la Gélatine à l'ammoniaque, le Flammivore, la Forcite antigrisouteuse n° 1, la Dahménité A, l'Explosif Lebeau et la Westphalite.

Charges des mines. Procédés d'amorçage. —

Dans notre statistique de 1899 nous avons donné le relevé du nombre de détonateurs employés dans les mines du pays et nous en avons déduit la charge moyenne des mines des diverses catégories des cinq régions minières de notre pays.

Les mêmes renseignements ont été recueillis cette année par MM. les Ingénieurs en chef Directeurs ; nous les rassemblons en deux tableaux comme nous l'avons fait précédemment :

RÉGIONS MINIÈRES	NOMBRE DE DÉTONATEURS EMPLOYÉS POUR TOUS LES TRAVAUX			Quantités (kg.) d'explosifs brisants et de sûreté employés pour tous les travaux	Charges moyennes en grammes
	Ordinaires	Electriques	Total		
Couchant de Mons	167,704	249,130	416,834	96,715	232
Centre	96,364	119,602	215,966	37,436	123
Charleroi	277,717	1,041,327	1,319,044	294,109	223
Namur	157,785	26,355	184,140	38,585	209
Liège	91,587	357,873	449,460	153,804	342
LE ROYAUME	791,157	1,794,287	2,585,444	620,649	240

RÉGIONS MINIÈRES	NOMBRE DE DÉTONATEURS EMPLOYÉS POUR TOUS LES TRAVAUX			Quantités (kg.) d'explosifs brisants et de sûreté employés pour tous les travaux	Charges moyennes en grammes
	Ordinaires	Electriques	Total		
<i>Mines sans grisou.</i>					
Couchant de Mons	18,285	7,255	25,540	5,358	210
Centre	22,527	3,093	25,620	7,285	284
Charleroi	58,359	8,565	66,924	11,813	177
Namur	800	»	800	170	212
Liège	4,743	8,940	13,683	6,188	452
LE ROYAUME	104,714	27,853	132,567	30,814	232
<i>Mines de 1^{re} catégorie.</i>					
Couchant de Mons	97,000	15,485	112,485	24,201	215
Centre	26,637	26,582	53,219	9,927	187
Charleroi	217,458	381,198	598,656	129,189	216
Namur	150,370	4,460	154,830	32,150	208
Liège	67,607	21,459	89,066	29,610	332
LE ROYAUME	559,072	449,184	1,008,256	225,077	224
<i>Mines de 2^{me} catégorie. Couches de la classe A.</i>					
Couchant de Mons	50,300	64,442	114,742	30,796	268
Centre	21,200	37,890	59,090	8,528	143
Charleroi	1,900	550,740	552,640	133,584	242
Namur	6,195	21,385	27,580	6,090	257
Liège	19,237	235,044	254,281	86,270	339
LE ROYAUME	98,832	911,648	1,010,480	265,268	261
<i>Mines de 2^{me} catégorie. Couches de la classe B.</i>					
Couchant de Mons	»	61,099	61,099	17,052	279
Centre	26,000	52,037	78,037	11,696	150
Charleroi	»	35,399	35,399	6,773	191
Namur	420	510	930	175	188
Liège	»	92,430	92,430	31,736	343
LE ROYAUME	26,420	241,475	267,895	67,432	252
<i>Mines de 3^{me} catégorie.</i>					
Couchant de Mons	2,119	100,849	102,968	19,308	188
Charleroi	»	66,425	66,425	12,750	192
LE ROYAUME	2,119	167,274	169,393	32,058	189

Les résultats de cette statistique spéciale diffèrent peu, quant à leur signification, de ceux de la statistique précédente.

Les charges moyennes par bassins varient de 173 grammes (Centre) à 342 grammes (Liège).

La moyenne générale est de 240 grammes. Elle se chiffrait en 1899 par un chiffre peu différent (251 grammes). Quant à la proportion des mines (chargées d'explosifs brisants et de sûreté) tirées à l'électricité, elle est de 69 %, peu différente de ce qu'elle était il y a deux ans. Dans les mines à grisou de 2^{me} et de 3^{me} catégorie, cette proportion atteint respectivement 90 et 98 %. Elle n'est que de 21 % dans les mines sans grisou et de 44 % dans les mines de 1^{re} catégorie.

M. l'Ingénieur en chef Minsier, directeur du 4^e arrondissement des mines, à Charleroi, nous signale un fait assez singulier d'explosion tardive d'une mine amorcée à l'électricité.

Nous le donnons en annexe (annexe V), dans les termes où il a été signalé à M. Minsier, par la Direction des Charbonnages-Réunis, de Charleroi, en même temps que quelques autres faits qui se sont passés au même charbonnage et où l'explosion des mines a été accompagnée de certaines particularités sur lesquelles il n'est pas inutile d'attirer l'attention.

Bruxelles, 31 octobre 1902.

DESCRIPTION (1)
DU
SIÈGE D'EXPÉRIENCES
POUR
l'essai des lampes de sûreté, des explosifs, etc.
ETABLI
A FRAMERIES - LA BOUVERIE

Les installations, établies par l'État belge au siège n° 3 des charbonnages de l'Agrappe à Frameries, comprennent :

1° Une canalisation amenant au jour le grisou capté dans les travaux souterrains ;

2° Les appareils nécessaires pour activer, le cas échéant, le débit du grisou, pour purifier et emmagasiner celui-ci : aspirateur à vapeur, condenseur, épurateur, gazomètre ;

3° Le laboratoire pour l'essai des lampes ;

4° Le laboratoire pour l'essai des explosifs ;

5° Un dépôt d'explosifs.

Source de grisou. — Le siège n° 3 des charbonnages de l'Agrappe, appartenant à la Compagnie des Charbonnages belges, possède une source de grisou particulièrement abondante et dont la persistance pendant les quatorze dernières années est de nature à garantir la constance, tout au moins pendant un temps amplement suffisant.

(1) Par M. l'ingénieur principal STASSART.

Il y a d'ailleurs lieu de remarquer que le siège n° 3 peut être considéré comme donnant le plus fort dégagement normal de grisou constaté en Belgique, et peut-être dans le monde entier. En effet, durant les dix années pendant lesquelles nous avons eu la surveillance de ce puits, la quantité de grisou dégagée peut être estimée de 30 à 40,000 mètres cubes en moyenne par jour, ce qui correspond à plus de 100 mètres cubes par tonne de charbon extrait. Certains chantiers ont dégagé pendant un laps de temps déjà assez long (six mois) jusque 250 mètres cubes par tonne.

Le grisou capté provient des terrains avoisinant les anciens travaux exécutés, de 1878 à 1892, au couchant du puits, dans les plateures des couches Chauffournoise et Cinq-Paumes, à l'étage de 700 mètres, représentées en *A* et *B* à la figure 2.

Les exploitations, entreprises dans ces deux corps de veines, ont été limitées à leur partie supérieure par une faille importante, d'allure sensiblement horizontale, dénommée *Faille de Crachet*, et qui constitue une des branches d'un accident géologique bien connu au Borinage sous le nom de *plate faille*.

Ce dérangement, au siège n° 3, n'a été traversé que par les puits et quelques tourets, circonstance favorable au maintien du grisou dans les terrains inférieurs. En ce qui concerne les deux plateures dont il vient d'être question, les travaux qui y ont été effectués ne communiquent avec le bouveau de retour, situé au dessus de la faille, à la profondeur de 459 mètres, que par un touret unique, représenté en *C* à la figure 2. Immédiatement après l'abandon des travaux, un serrement, *D*, a été construit au débouché du touret dans le bouveau. Néanmoins, le grisou s'est dégagé depuis lors à débit libre par un tuyau qui traverse le serrement.

En 1900, à la demande de la Commission spéciale désignée pour la recherche d'un emplacement convenable pour l'établissement du siège d'expériences, ont eu lieu les premiers jaugeages de la venue, qui a été trouvée de 400 mètres cubes par jour. Des mesures faites périodiquement depuis lors n'ont montré que de faibles variations de débit.

Ce dégagement abondant s'explique par la nature très grisouteuse du gisement, l'amplitude des exploitations (25 hectares dans chacune des deux couches), l'état vierge des dressants limitant les deux plateures, enfin le barrage opposé par la plate-faille au dégagement.

Le grisou contient environ 75 p. c. de CH_4 et 3.2 de CO_2 .

Au cas où cette source de gaz viendrait à se tarir, on trouvera du grisou en quantité suffisante au voisinage du serrement, en exécutant un montage dans la couche *Picarte*, qui est et restera inexploitée à ce niveau. Cette veine se présente dans des conditions de gisement particulièrement favorables pour un captage de l'espèce ; elle forme en effet, en cette région, un pli constitué par une plateure et un dressant, dont le crochon de tête, *E*, se trouve à une vingtaine de mètres au dessus du bouveau.

Serrement et canalisation. — Le serrement a été réfectionné de façon à assurer son étanchéité. La canalisation *GHD a*, du point de captage au gazomètre, une longueur de 1,000 mètres environ, dont 440 mètres dans le bouveau à 459 mètres, 460 mètres dans le puits d'aérage et 100 mètres à la surface. Elle est constituée par des tuyaux en fer étiré de 0^m051 de diamètre intérieur et de 0^m003 d'épaisseur. L'assemblage est à collets, avec interposition d'une collerette en caoutchouc. La conduite repose, dans le bouveau, sur des supports indépendants des cadres de boisage, et partant des mouvements de terrains, lesquels sont d'ailleurs peu à craindre dans ce bouveau déjà très ancien. Elle a une pente continue vers le puits, de façon à favoriser l'écoulement de l'eau qui pourrait éventuellement s'y condenser. Celle-ci s'évacuera automatiquement par un purgeur.

Dans le puits, la conduite est maintenue par des carcans en fer supportés par des traverses et distants de 20 mètres. Elle est munie de trois joints compensateurs.

L'étanchéité de la conduite serait particulièrement nécessaire au cas où les conditions de débit nécessiteraient de créer une dépression dans la canalisation. En effet, l'introduction d'air par un joint défec-tueux aurait pour résultat de modifier la composition du gaz et pourrait même rendre explosif le mélange contenu dans le gazomètre. C'est pourquoi la canalisation peut être isolée et mise en relation avec le réservoir d'air comprimé, de façon à permettre de s'assurer périodiquement de l'étanchéité des joints. Celle-ci sera également vérifiée par l'identité de composition du grisou à l'entrée et à la sortie de la canalisation.

Enfin, la coexistence dans le puits d'aérage de trois autres conduites (air comprimé, vapeur, eau de refoulement) a pour effet de renforcer la surveillance ordinaire de l'ensemble de ces canalisations.

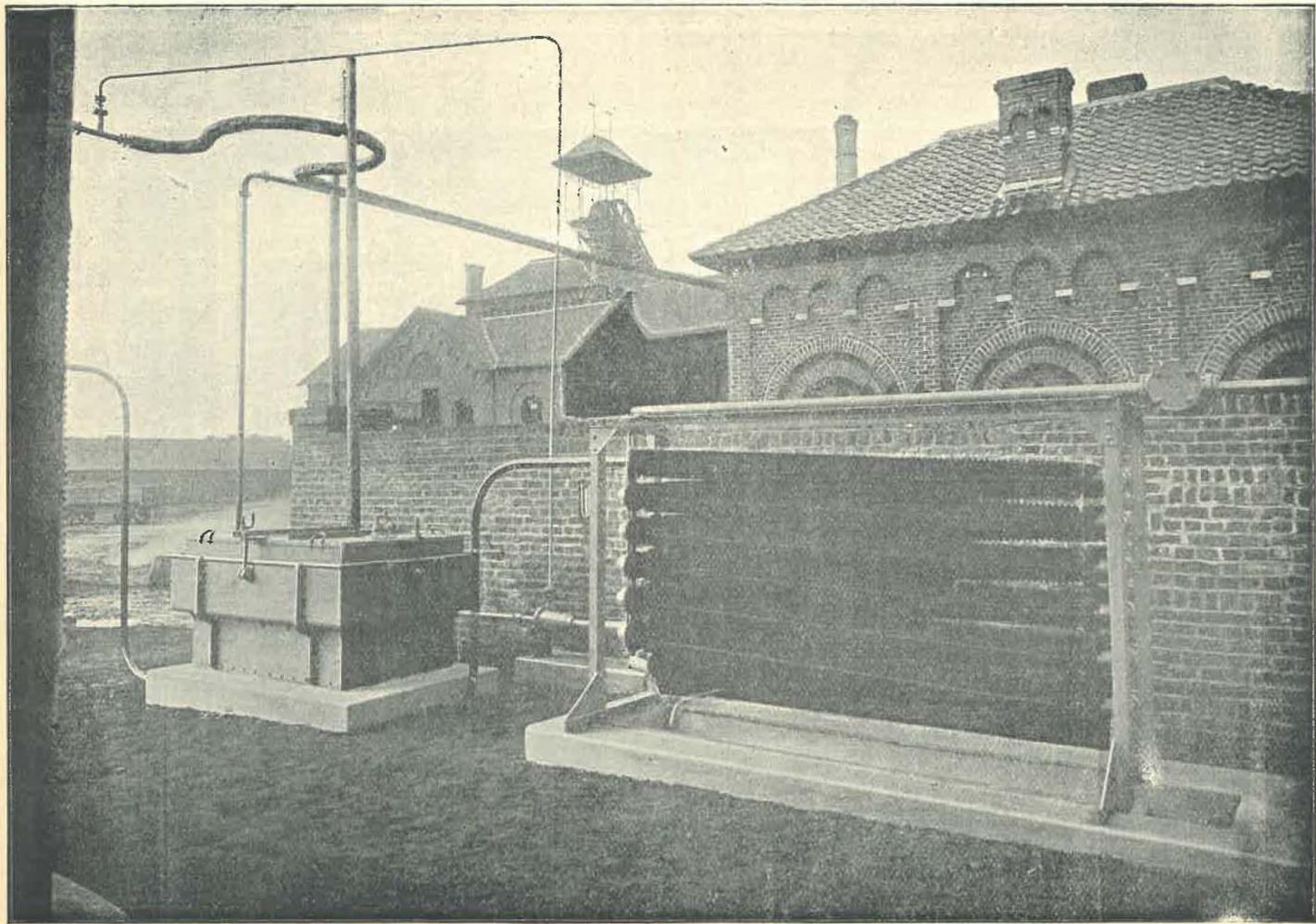


FIG. 19. — *Vue de l'aspirateur, du condenseur et de l'épurateur.*

GALLANÉ, Phot., Mons.

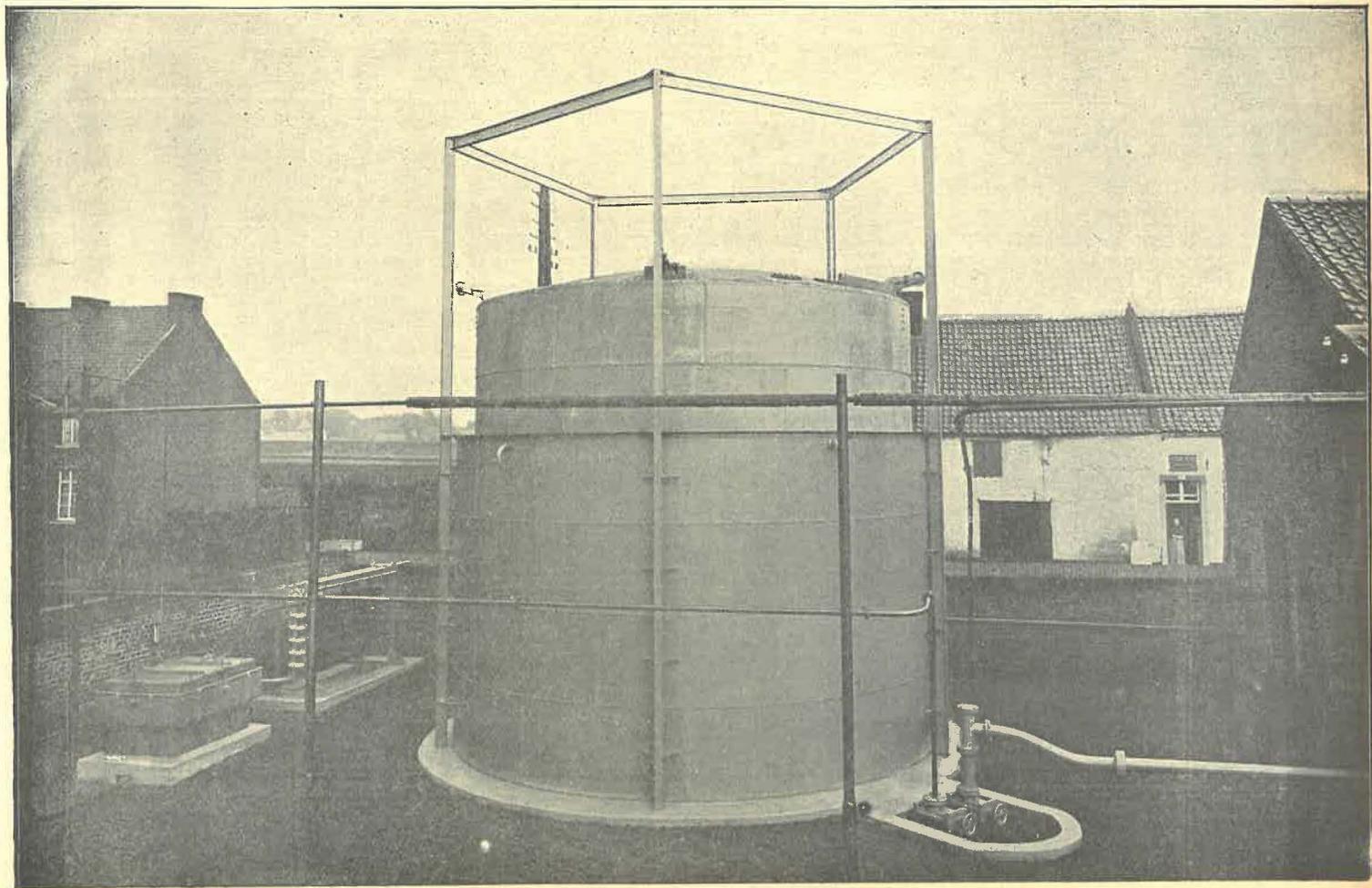


FIG. 20. — *Vue du gazomètre.*

Appareils de mise en mouvement, d'épuration, d'emmagasinement du grisou. — Pour pouvoir obtenir aisément à l'appareil d'essai des lampes telles teneur et vitesse que l'on désire, il est nécessaire, ainsi que nous le verrons plus loin, de disposer d'une assez grande pression au gazomètre. Celle-ci a été fixée à 200 millimètres.

La pression aéromotrice, résultant de la moindre densité de la colonne grisouteuse, n'étant que de 180 millimètres à l'état statique et tombant à 70 millimètres pour un débit égal à celui de la venue normale de gaz, soit 400 mètres cubes par jour, il a été reconnu indispensable de munir la conduite d'un aspirateur Köerting à vapeur. Celui-ci présente sur l'exhausteur l'avantage de ne pas nécessiter de moteur.

Le grisou passe ensuite dans un condenseur (fig. 19), de 30 mètres carrés de surface, constitué par une double série de tubes à ailettes pouvant être refroidi par une pluie d'eau. La circulation du gaz et de l'eau est méthodique.

Le gaz traverse ensuite un épurateur qui le débarrasse de l'anhydride carbonique qu'il contient. La teneur actuelle en CO^2 est faible, mais elle peut augmenter. L'épurateur (fig. 19) est de même forme que ceux utilisés dans les usines à gaz. Il a une capacité de $1^{\text{m}36}$ et comprend trois claies sur lesquelles est déposée de la chaux vive. La surface active est de près de 5 mètres carrés.

De là, le grisou se rend dans un gazomètre de 150 mètres cubes de capacité (fig. 20). Ce volume permet d'effectuer à l'appareil d'essai des lampes, des expériences à la vitesse moyenne de 8 mètres pendant 6 heures consécutives.

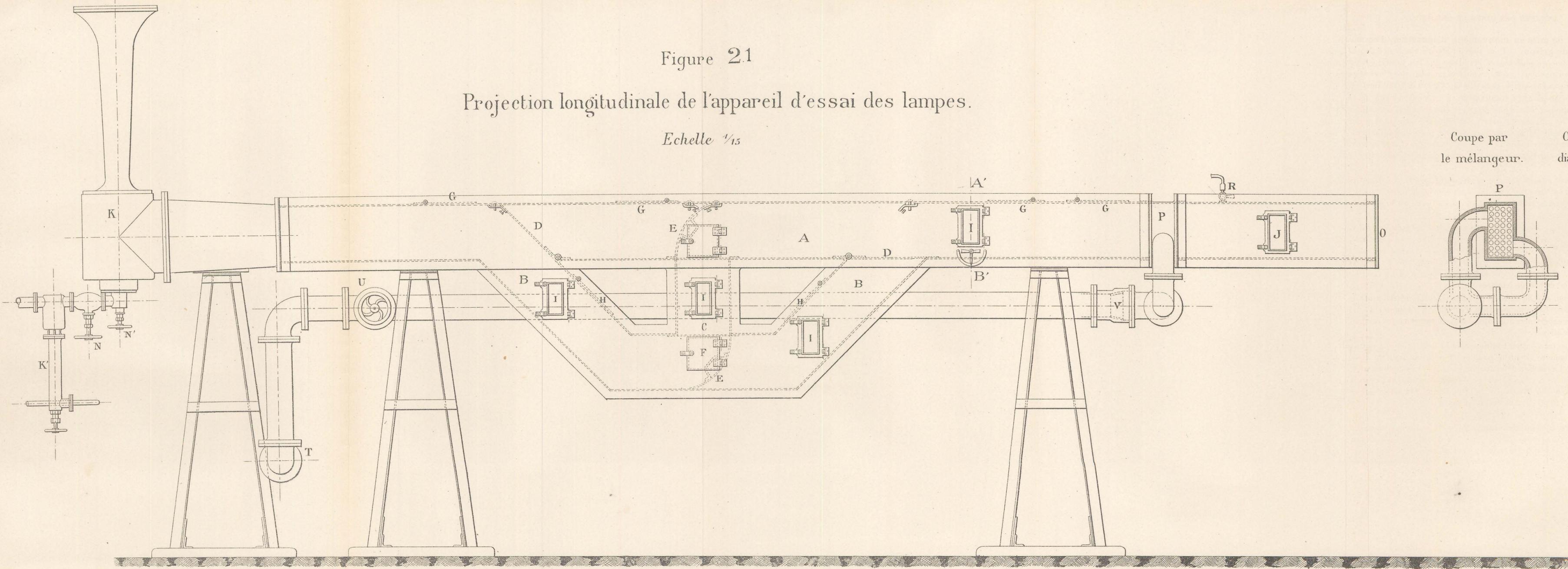
Le gazomètre est construit entièrement en acier de fer. La cuve a 7 mètres de diamètre, $4^{\text{m}40}$ de hauteur et une épaisseur de 4, 5, 6 millimètres. La cloche a $6^{\text{m}50}$ de diamètre, 4 mètres de hauteur et une épaisseur de $2\frac{1}{2}$ et 3 millimètres. Des contrepoids placés sur la cloche permettent de lui donner le poids de 7,697 kilogrammes correspondant à la pression de 200 millimètres.

Laboratoire d'essai des lampes. — Il comprend une salle d'essai des lampes dans les atmosphères explosibles, une salle d'essai photométrique, une salle d'analyse du grisou, laquelle pourra servir le cas échéant à l'analyse des explosifs, une salle de collections, un bureau, une station de tarage des anémomètres.

Figure 21

Projection longitudinale de l'appareil d'essai des lampes.

Echelle 1/15



Coupe par le mélangeur. Coupe par le diaphragme à air.

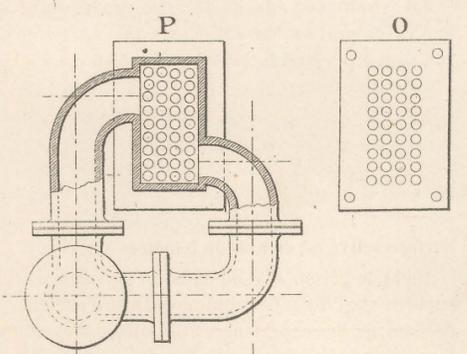
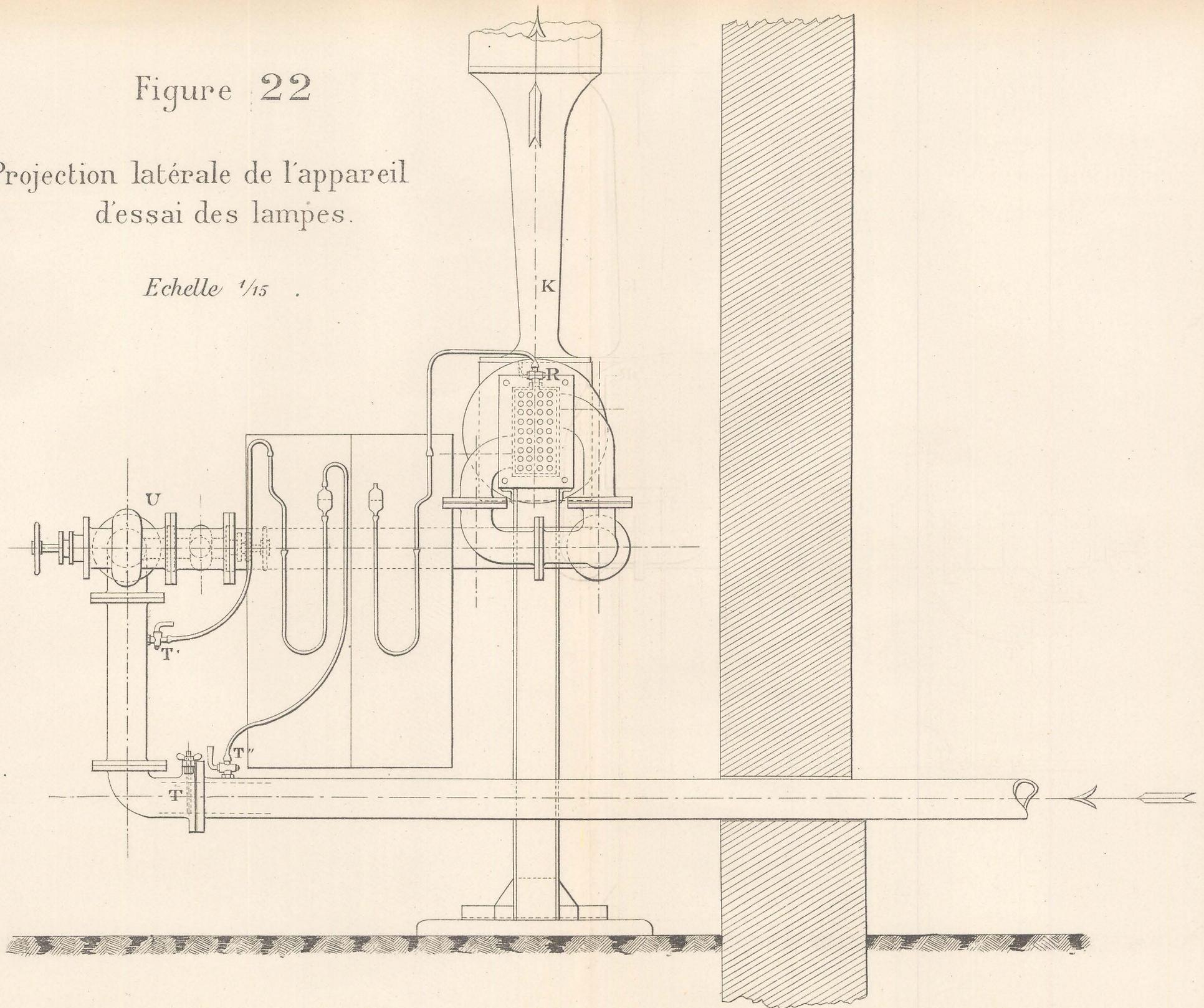


Figure 22

Projection latérale de l'appareil
d'essai des lampes.

Echelle $\frac{1}{15}$



L'appareil d'essai des lampes doit permettre :

1° D'établir rapidement et facilement un courant de vitesse et de teneur quelconques, chargé ou non de poussières de charbon ;

2° De placer dans le courant explosible la lampe entière, même celle de grandes dimensions (Pieler, Chesneau) ;

3° De soumettre la lampe, maintenue dans une position verticale, à des courants horizontaux, verticaux, inclinés à 45°, ascendants ou descendants ;

4° D'infléchir sous une inclinaison quelconque la lampe soumise à l'action d'un courant horizontal ;

5° De permettre les essais de rallumage dans les atmosphères en repos ou en mouvement.

L'appareil adopté pour réaliser ces différents desiderata est, sauf quelques améliorations, analogue à celui utilisé par M. Fährdrich, dans le laboratoire établi au puits Bismark (Gelsenkirchen) par la Caisse minière westphalienne. Il est représenté aux figures 7, 21, 22, et 23. Il comprend une conduite horizontale *A*, des conduites dérivées, inclinées à 45° *B*, et verticale *C*, disposées de façon à pouvoir placer les lampes dans des courants ayant ces diverses orientations. Ces conduites sont constituées par deux fers **U** boulonnés à deux tôles horizontales de 5 millimètres d'épaisseur. Elles ont 0^m310 de hauteur et 0^m140 de largeur.

Des cloisons amovibles en tôle permettent d'approprier l'appareil aux différents courants que l'on désire obtenir.

Les cloisons *D* sont droites et à charnières, elles donnent le courant horizontal, ou incliné à 45°, suivant qu'elles sont abaissées ou relevées contre le ciel de la conduite; dans cette seconde position, elles sont maintenues par un verrou. Les cloisons *E* sont incurvées en arc de cercle et donnent des courants verticaux, ascendant ou descendant. Elles sont également fixées par verrou.

Au ciel de la conduite horizontale sont ménagées quatre ouvertures *G*, formant soupape de sûreté et fermées par des clapets à charnières reposant sur un joint en amiante. Le poids des clapets est tel que, même quand il n'existe pas de dépression dans l'appareil (atmosphère au repos), l'étanchéité soit suffisante.

Les conduites à 45° portent également chacune un clapet *H*.

L'appareil est muni de cinq fenêtres identiques ; quatre d'entre-elles *I* sont placées en regard des positions que l'on peut donner aux lampes à essayer, elles permettent de suivre facilement les diverses phases des expériences.

FIG. 23

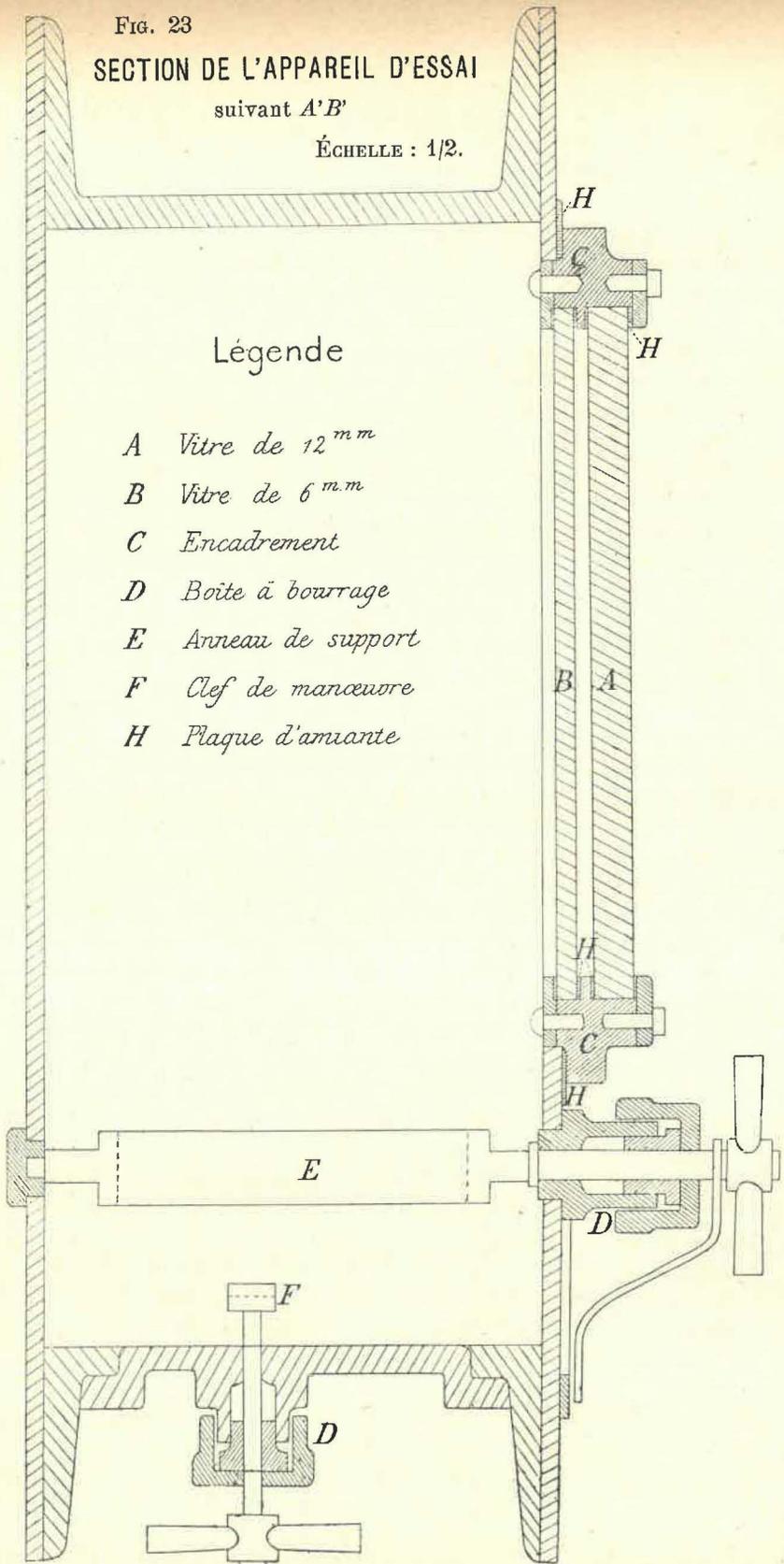
SECTION DE L'APPAREIL D'ESSAI

suivant A'B'

ÉCHELLE : 1/2.

Légende

- A Vitre de 12^{m.m}
- B Vitre de 6^{m.m}
- C Encadrement
- D Boite à bourrage
- E Anneau de support
- F Clef de manœuvre
- H Plaque d'amiante



La cinquième *J*, donne la possibilité de jauger directement le volume d'air entrant dans le mélange, lors du tarage de l'appareil.

Au laboratoire du puits Bismark, l'évaluation de la teneur s'opère uniquement par analyse. A Frameries, on disposera d'un contrôle supplémentaire lors du tarage de l'appareil manométrique.

Les fenêtres sont constituées ainsi qu'il est représenté fig. 23. Elles ont 180 millimètres de hauteur et 70 millimètres de largeur. Elles sont munies de deux glaces distantes de 3 millimètres ; la glace intérieure, qui, éventuellement doit se briser sous l'action d'une explosion trop forte, a 6 millimètres d'épaisseur et est comprise entre des joints d'amiante ; la glace extérieure a 12 millimètres.

Les fenêtres sont maintenues en contact parfait avec leur châssis au moyen de deux verrous venant en serrage sur des surfaces inclinées.

Le courant est produit dans l'appareil par un *aspirateur Koerting* à vapeur *K*, placé à l'extrémité avant de la conduite.

La vapeur est amenée par une canalisation de 51 millimètres de diamètre intérieur, en communication avec une batterie de chaudières à cinq atmosphères ; l'appareil est muni d'un purgeur *K'*.

Le réglage de l'aspirateur s'obtient par la manœuvre de la soupape à vapeur et se complète par celle de l'aiguille. Les deux volants *NN'*, commandant respectivement la soupape et l'aiguille, se trouvent à proximité des manomètres indicateurs. Cet appareil Koerting, du type n° 5, est capable d'aspirer 50 mètres cubes à la minute, sous une dépression de 500 millimètres d'eau, ce qui correspond à une vitesse de 17 mètres dans l'appareil.

Le courant d'air entre par l'extrémité opposée en traversant un *diaphragme O* constitué par une plaque en bronze percée de trente-deux ouvertures circulaires. Le but de ce diaphragme est de créer une dépression qui permette de mesurer les vitesses du courant, et partant les débits, par des lectures manométriques, ainsi qu'il sera expliqué plus loin.

L'appareil est muni d'un jeu de diaphragmes à ouverture de grandeurs différentes suivant les vitesses des courants que l'on veut obtenir.

Le courant d'air, après avoir traversé le diaphragme, parcourt un tronçon de conduite de 1^m10 de longueur et arrive au *mélangeur* dont le nom indique suffisamment le but.

Le mélangeur *P* est formé par une boîte en acier coulé, raccordé par collets boulonnés aux deux tronçons de l'appareil. Cette boîte dont les fonds sont distants de 150 millimètres, est traversée par

un faisceau constitué de trente-six tubes en cuivre de 22 millimètres de diamètre intérieur. Chacun de ces tubes est percé de douze ouvertures de 3 millimètres de diamètre, réparties à égale distance les unes des autres suivant le tracé d'une spirale.

Le grisou pénètre dans l'intérieur de la boîte par deux tuyaux de 90 millimètres de diamètre, en relation avec la conduite principale d'amenée du gaz, au sujet de laquelle nous aurons à donner plus loin quelques explications.

Il s'écoule par les 432 ouvertures et se mélange au courant d'air.

En raison du grand nombre de points d'injection du grisou (432) et de la faible section du courant d'air dans la traversée du faisceau tubulaire (137 centimètres carrés), le mélange obtenu à la sortie de celui-ci peut être considéré comme homogène. De plus, l'expansion que prend chaque courant élémentaire à la sortie des tubes (la section de la conduite est de 434 centimètres carrés) a pour effet de compléter le mélange intime des deux gaz.

La lampe, en essai de courant horizontal, se trouve à 1^m100 au delà du mélangeur, distance largement suffisante pour établir des chicanes si le besoin s'en faisait sentir.

Le dispositif de *fixation de la lampe* permet de l'incliner sous tel angle que l'on veut. Il consiste en un anneau dans lequel on introduit le pot de la lampe; celui-ci y est fixé par trois petites vis calantes. Cet anneau est solidaire d'un axe qui traverse la paroi de la conduite dans une boîte à bourrage et auquel on peut imprimer à la main un mouvement de rotation.

Une aiguille dont la pointe se déplace le long d'un cadran mesure l'angle de la déviation.

Pour l'étude des *rallumeurs*, en ce qui concerne les explosions internes, il convient de pouvoir actionner ceux-ci de l'extérieur de l'appareil. Dans les rallumeurs les plus employés (Wolf, Seipel), la commande, aussi bien celle à translation que celle à rotation, est inférieure.

Elle pourra être mise en mouvement par une clef verticale traversant le fond de la conduite d'essai dans une boîte à bourrage.

Pour les rallumeurs à commande latérale, celle-ci sera activée par une tige traversant la boîte à bourrage du support des lampes.

Des *prises d'essai* seront prélevées en n'importe quel point de la section par un tube en verre recourbé qui peut tourner dans un plan horizontal et peut être placé à différentes hauteurs. Ce tube

traverse la paroi de l'appareil dans la boîte à bourrage qui, en autre temps, livre passage à la tige de manœuvre des rallumeurs.

Un robinet à olive placé en *R* (fig. 21 et 22) permet le raccordement par un tube en caoutchouc au manomètre indicateur du courant d'air.

Dans le cas où l'on désire faire des expériences dans des atmosphères sans vitesse, on doit pouvoir supprimer brusquement l'entrée d'air et du grisou. Dans ce but un *volet à charnière* peut se rabattre sur le diaphragme à air.

L'arrêt du courant grisouteux s'opère en fermant simultanément la soupape placée sur la conduite.

La conduite d'amenée du grisou porte en *T* (fig. 21 et 22), un logement qui permet l'introduction d'un *diaphragme* percé d'un orifice en mince paroi. De part et d'autre du diaphragme sont deux robinets à olive *T'* *T''* communiquant par des tuyaux en caoutchouc avec les deux branches du deuxième manomètre.

La conduite entre le gazomètre et l'appareil d'essai a un diamètre de 130 millimètres en deçà du diaphragme, de 110 au delà.

En *U* (fig. 22) la conduite porte une soupape principale et présente une dérivation de 35 millimètres de diamètre, munie également d'une soupape.

Ce dispositif a pour but de permettre une graduation plus facile et plus exacte du débit, ce qui est absolument nécessaire par suite de l'emploi des méthodes manométriques pour la détermination des volumes.

Enfin, près de l'entrée du mélangeur, est disposé un manchon *V* dans lequel on peut insérer une ou deux toiles métalliques destinées à arrêter éventuellement tout retour de flammes vers le gazomètre.

Les manomètres utilisés sont ceux du D^r Schondorf, à qui l'on doit la première application des méthodes manométriques à la mesure des vitesses et à la détermination des teneurs dans les appareils à essayer les lampes.

Nous rappelons que, dans le *manomètre de Schondorf* (fig. 24 et 25) une des branches est formée par un tube en verre (*a*) qui est fixe et présente une partie faiblement inclinée sur l'horizontale portant un index en son milieu; la deuxième branche est constituée par un réservoir mobile (*c*). Les deux branches sont réunies par un tube en caoutchouc (*e*). Le réservoir (*c*) est fixé à un curseur (*d*) qui se déplace le long d'une règle graduée (*g*); celle-ci est suspendue au moyen d'une genouillère (*b*) et peut être amenée dans la

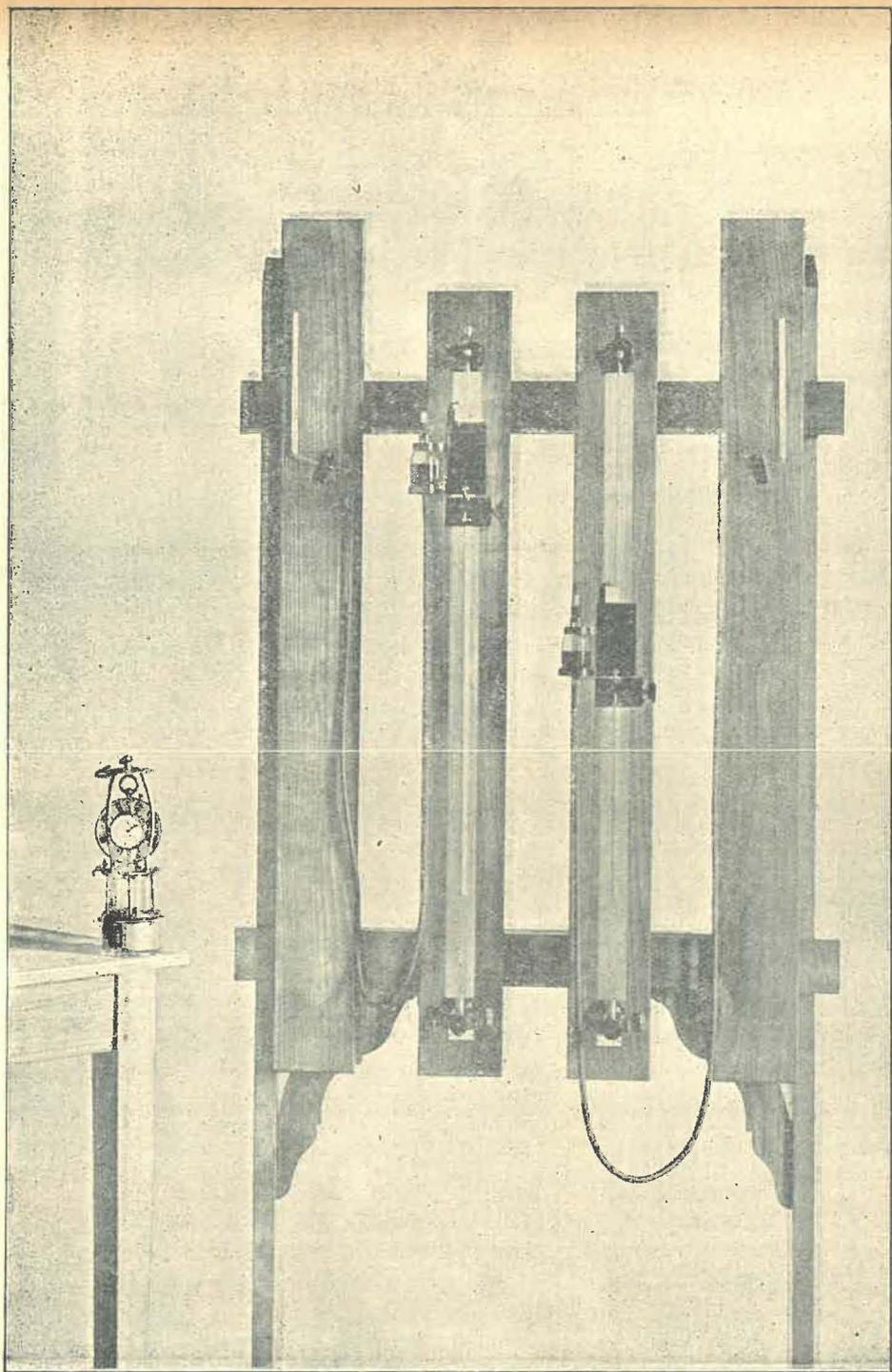
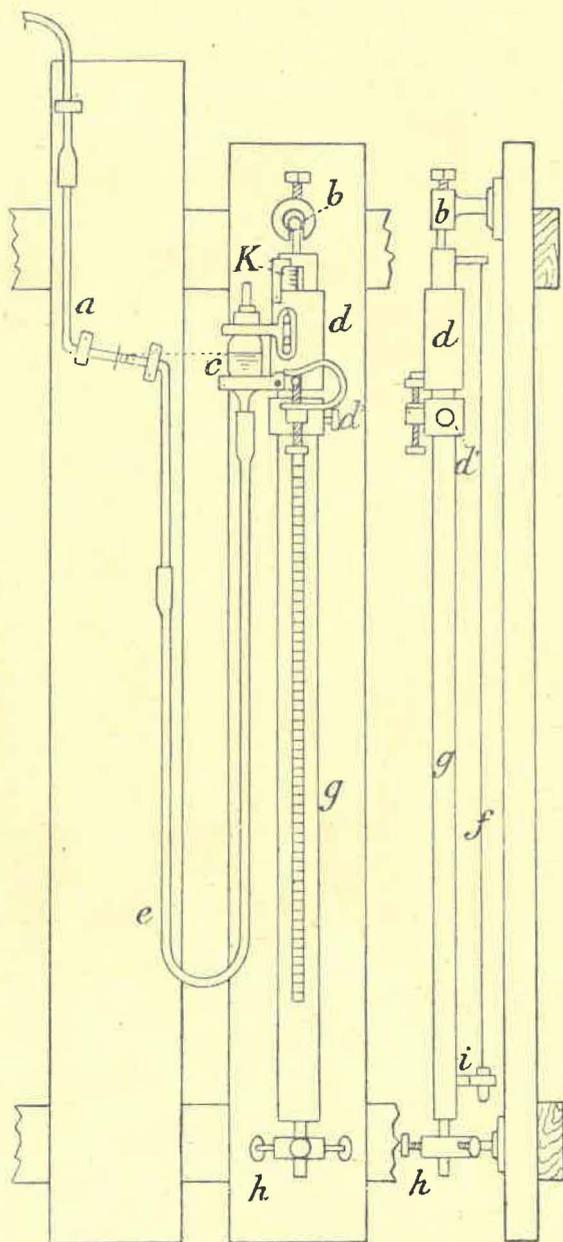


FIG. 24. — *Vue des manomètres de Schondorf et de l'anémomètre monté sur une armature de lampe.*

MANOMÈTRE DE SCHONDORF



Vue de face.

Vue de côté.

position verticale au moyen de trois vis calantes (*h*), en prenant comme point de comparaison les indications d'un fil à plomb (*f*).

La règle porte à la partie inférieure un anneau (*i*) dans lequel passe le fil à plomb ; elle se trouve dans la position verticale quand l'anneau est amenée en une position telle que le fil à plomb en occupe le centre.

Enfin, le curseur (*d*) ne donne qu'une position approchée, la fixation définitive est obtenue par le curseur secondaire (*d'*) relié au premier par une vis. Le curseur (*d*) porte un vernier (*k*).

Le liquide manométrique est de l'eau colorée.

Les branches du manomètre sont placées de façon qu'au repos le niveau affleure à l'index de la branche inclinée quand le vernier du curseur se trouve au zéro. Ceci étant, si l'on veut produire une dépression déterminée, on commence par abaisser le réservoir de la hauteur correspondante, la dépression est atteinte quand le niveau du liquide est revenu à l'index.

Manière d'opérer. — La manœuvre de la soupape et de l'aiguille de l'aspirateur Koerting permet d'obtenir des vitesses variables du mélange explosif.

La manœuvre des soupapes de la conduite de grisou entraîne des modifications de teneur.

Bien que l'une quelconque de ces deux opérations se répercute sur l'autre et en modifie légèrement les résultats, il est évident que, pour une dépense donnée de vapeur et un débit fixé de grisou, on obtiendra dans l'appareil un courant d'une vitesse et d'une teneur déterminées.

Réciproquement, on pourra réaliser, par le seul jeu des soupapes, des courants de telle vitesse et telle teneur que l'on désirera.

Le débit du grisou est mesuré en faisant passer celui-ci dans un orifice en mince paroi et en lisant au manomètre la différence de pression de part et d'autre du diaphragme.

Le débit de l'air est obtenu de la même façon au moyen d'un second manomètre.

Il faut tout d'abord *tarer* l'appareil. Dans ce but on mesure les vitesses de l'air seul et de l'air mélangé de grisou au moyen d'un anémomètre placé en amont et ensuite en aval du mélangeur ; on connaît donc la vitesse et la teneur du courant explosif. On note les dépressions correspondantes aux deux manomètres.

Deux aides sont nécessaires pour les expériences : l'un manœuvre les deux volants de la commande de l'aspirateur Koerting; le second, les deux soupapes de la conduite de grisou. Ces appareils sont disposés près des manomètres de part et d'autre de ceux-ci.

Au début de toute série d'expériences, il est nécessaire de déterminer la teneur en CH_4 du grisou contenu dans le gazomètre.

Les tables de tarage correspondant à cette teneur sont placées respectivement devant leurs manomètres respectifs.

Ces préparatifs terminés, l'opérateur ayant indiqué une teneur et une vitesse à réaliser, chacun des aides déplace le réservoir de son manomètre de la hauteur correspondante indiquée sur la table qu'il a devant les yeux, puis il manœuvre l'appareil de commande de façon à ramener le liquide manométrique au zéro; il avertit l'opérateur quand le régime demandé est établi.

Les essais de lampes se faisant dans une chambre obscure, les manomètres sont éclairés par des lampes munies de réflecteurs.

Nous venons de voir que le tarage s'obtenait au moyen de l'anémomètre.

Disons quelques mots du type d'anémomètre employé. (Fig. 24.)

Celui-ci est muni d'un mouvement d'horlogerie commandant le déclenchement du compteur. Il ne commence à enregistrer les tours qu'une minute après la manœuvre du levier de déclenchement. Il s'arrête spontanément après une minute de fonctionnement. La minute préparatoire est largement suffisante pour que la roue à ailettes atteigne la vitesse de régime après l'introduction de l'anémomètre dans l'appareil.

La présence de la lampe dans la conduite a pour effet de modifier la vitesse et la répartition du courant dans cette section. Dans le but d'éliminer cette cause d'erreur, l'anémomètre est monté sur une lampe de mine Muescler dépourvue de la coiffe et de la cheminée, ainsi qu'il est représenté fig. 24.

Essai photométrique. — La salle d'essai photométrique comprend un banc photométrique muni d'une lampe normale à acétate d'amyle. Cet appareil est représenté figure 26.

Analyse du grisou. — La salle d'essai du grisou, et éventuellement d'essai des explosifs, contient, pour les mesures courantes, des éprouvettes de M. Lechatellier, donnant la détermination du grisou

par les limites d'inflammabilité, et un grisoumètre de Mertens (fig. 27) permettant de doser le méthane et l'anhydride carbonique.

Le laboratoire possède pour les essais de précision un appareil de Schondorf (fig. 27).

Station de tarage des anémomètres. — Au laboratoire d'essai des lampes sera annexée une station de tarage des anémomètres, installation dont M. l'Inspecteur général J. De Jaer (aujourd'hui Directeur général des Mines) avait fait ressortir l'utilité.

On sait que le mode de tarage au manège est soumis à des causes d'erreurs, résultant de la mise en mouvement du milieu ambiant, supposé à tort immobile, sous l'action du déplacement de l'anémomètre et de la charpente de support de celui-ci.

La détermination au moyen de l'anémomètre fixe de ce *mitwind* est difficile à établir par suite de la faible valeur de la vitesse moyenne de l'air, et les corrections qu'on en déduit sont peu précises.

La seule méthode, rigoureusement exacte, est celle qui consiste à placer l'appareil dans les conditions de son emploi, c'est-à-dire à effectuer le tarage de l'anémomètre maintenu à poste fixe dans des courants de vitesse variables et connues.

M. Altans, membre de la Commission prussienne du grisou, a procédé à des essais de ce genre, en profitant de cette circonstance favorable qu'un des gazomètres de l'usine à gaz de Breslau était inemployé. Il a reconnu que les résultats donnés par le tarage au manège étaient trop forts, dans les proportions qui sont loin d'être négligeables.

La présence d'un gazomètre dans les installations nécessitées pour l'essai des lampes permet, au moyen d'un dispositif simple et peu encombrant, de réaliser un appareil destiné à graduer des anémomètres étalons.

Cet appareil consiste en une conduite horizontale de 5 mètres de longueur et de 0^m25 de diamètre reliée à la canalisation partant du gazomètre.

La cloche de celui-ci est préalablement remplie d'air, au moyen de l'aspirateur Koerting.

Grâce à la pression relativement considérable de l'air dans le gazomètre (200 millimètres), il est loisible de créer des courants de vitesses connues et variées, puisqu'il suffit de déterminer les volumes sortis de la cloche dans le temps correspondant.

Ces valeurs sont proportionnelles aux hauteurs de chute de la

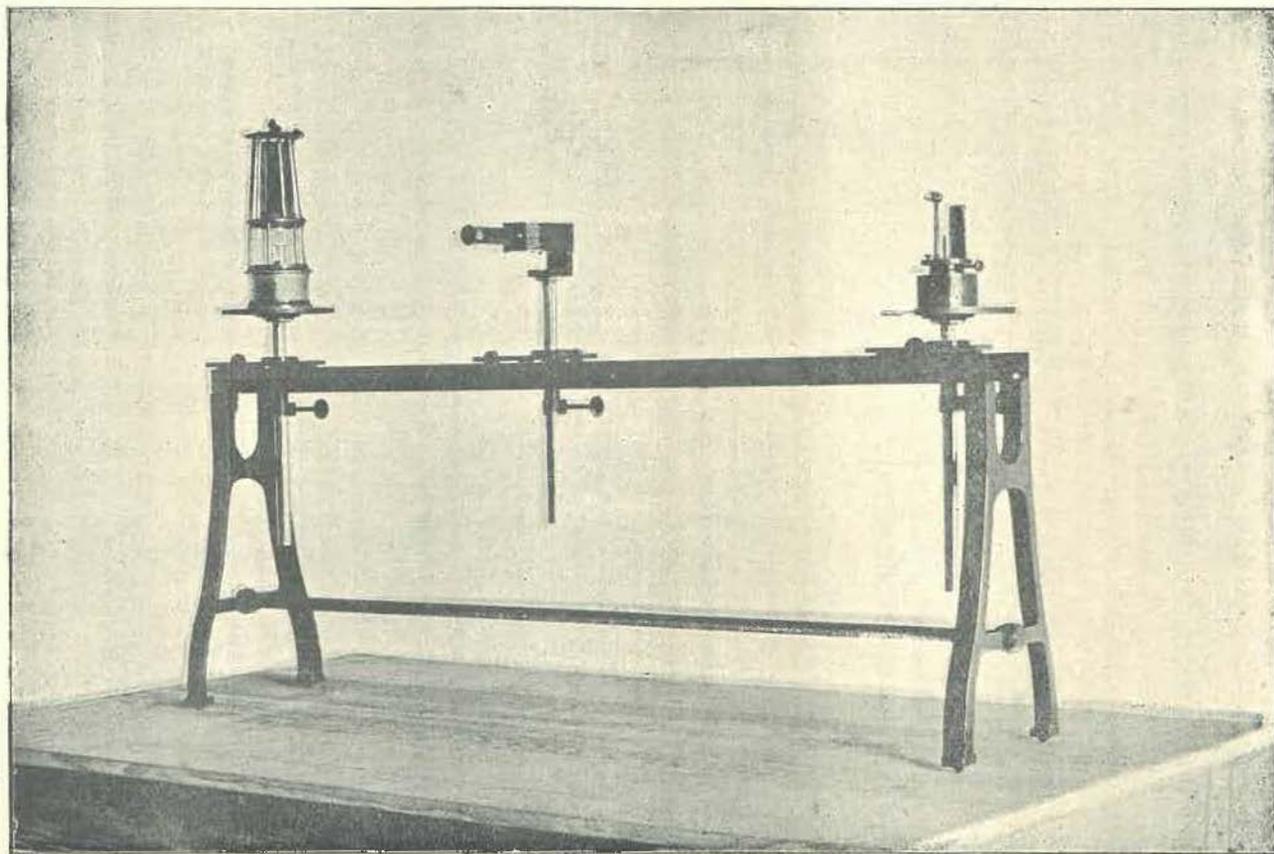


FIG. 26. — *Vue du banc photométrique.*

GALLADÉ, phot., Mons

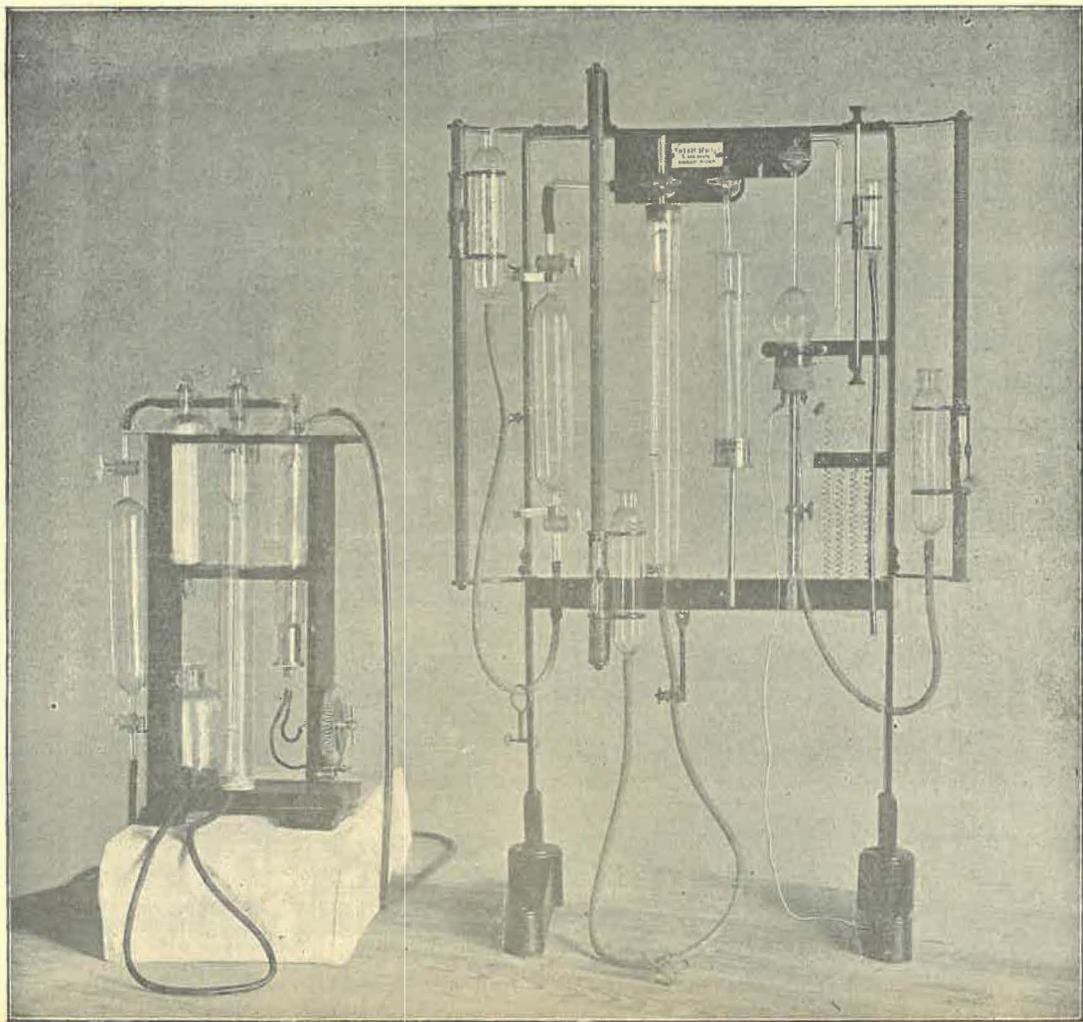
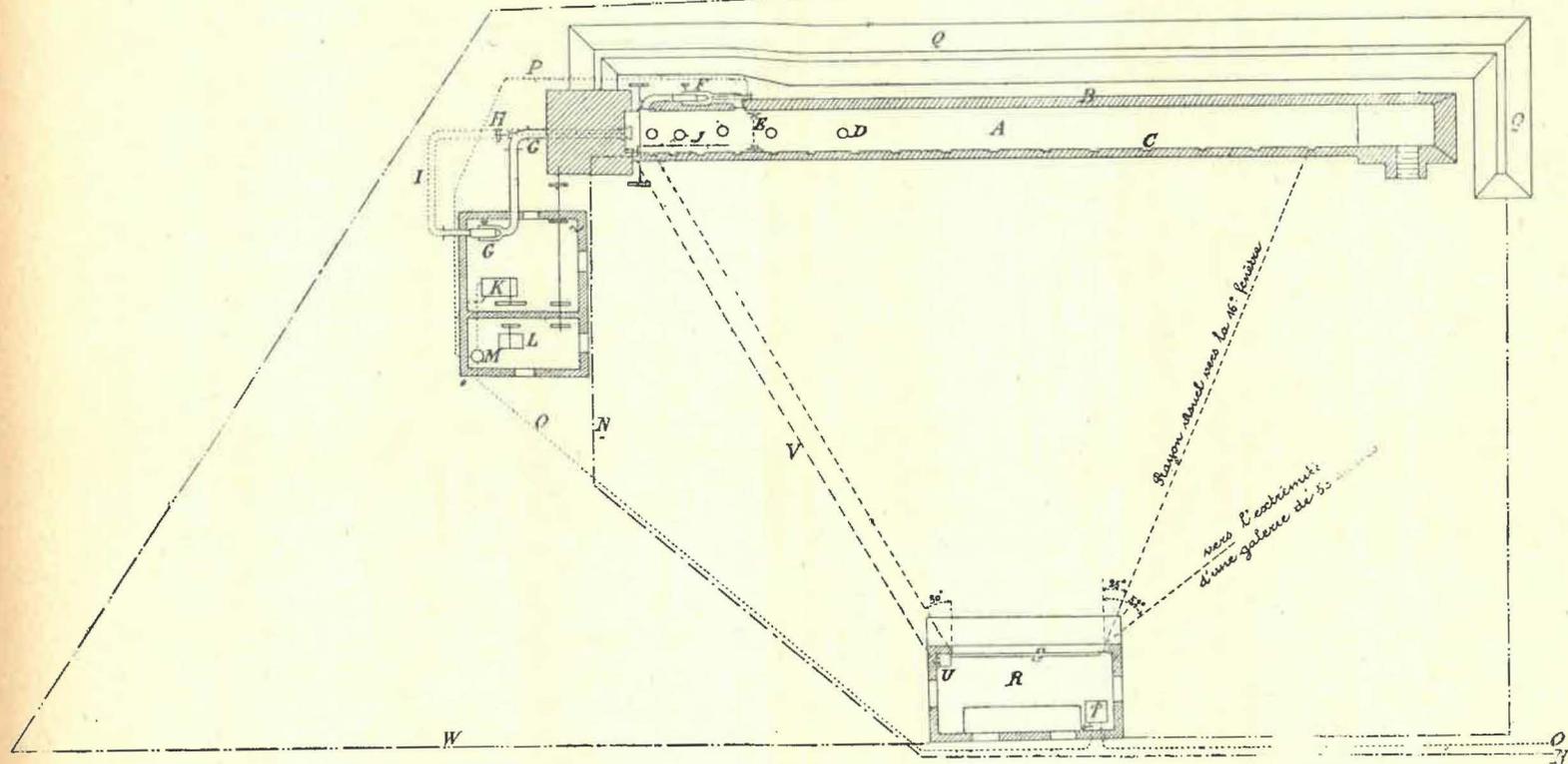


FIG. 27 — *Vue des grisoumètres de Mertens et de Schondorf.* GALLADÉ, phot., Mons

FIG. 28. — Dispositif d'ensemble du siège d'essai des explosifs.

Échelle 1/300.



A Galerie d'essai
 B Massif de maçonnerie
 C Fenêtres
 D Soupapes de sûreté
 E Cloison en papier
 F Ventilateur inélangeur

G Conduite d'évacuation des fumées et ventilateur aspirateur
 H Commande du tampon fermant la conduite G
 I Conduite permettant de transformer le ventilateur G en ventilateur soufflant

J Distributeur de grisou
 K Moteur à vapeur
 L Broyeur à boulets
 M Sécheur de vapeur
 N Conduite de grisou

O Conduite de vapeur
 P Conduite de la vapeur destinée à chauffer le mélange explosif
 Q Cavalier en terre
 R Local d'observation

S Fenêtre
 T Compteur
 U Explosif
 V Circuit électrique
 W Limites du laboratoire d'essai des explosifs

cloche; on détermine celles-ci en prenant la moyenne des indications lues sur deux échelles supportées par deux colonnes-guides voisines.

L'anémomètre est placé à 0^m50 de l'extrémité libre de la conduite et maintenu au centre de la section par trois tiges à glissière. Immédiatement en aval de ce point par rapport au courant, l'appareil présente deux ouvertures fermées par deux vitres épousant la forme de la conduite. L'une d'elles sert à éclairer le cadran du compteur au moyen d'une lampe munie d'un réflecteur; l'autre permet de suivre les indications du cadran au cours de l'expérience.

L'appareil de déclenchement du compteur est activé de l'extérieur par une tige de manœuvre.

En possession d'un anémomètre étalon, obtenu de cette façon, on pourra tarer par comparaison les anémomètres des Industriels et de l'Administration des mines, en utilisant soit l'appareil d'essai des lampes, qui par suite de sa largeur réduite ne pourra être employé que pour les anémomètres de moins de 0^m14 de diamètre, soit la conduite de tarage, dans laquelle on fera passer un courant d'air ou de grisou provenant du gazomètre.

Laboratoire pour l'essai des explosifs. — Ces installations exigeant un emplacement assez vaste et autant que possible en dehors des lieux fréquentés, ont été établies dans la partie Nord-Ouest de la cour du siège n° 3, ainsi qu'il est représenté figure 2.

Cet emplacement permet les agrandissements nécessaires au cas, envisagé déjà comme très probable, d'une extension des méthodes d'expérimentation. Il est aussi suffisant pour satisfaire à un allongement de la galerie d'essai, dont la longueur actuelle de 30 mètres pourrait être éventuellement portée à 100 mètres.

Les installations comprennent :

- 1° Une galerie d'expérience et le massif d'appui du mortier;
- 2° Un local d'observation;
- 3° Un bâtiment des machines;
- 4° Un dépôt d'explosifs situé à une certaine distance.

L'aménagement général du laboratoire est indiqué figures 28, 29; des vues photographiques, figures 4, 5, 6, représentent l'ensemble des installations.

Galerie d'essai. — La galerie a, ainsi qu'il vient d'être dit, une longueur de 30 mètres, largement suffisante pour les expériences sur

Échelle 1/150

A Galerie d'essai.
B Massif de maçonnerie.
C Caniveau.
D Massif d'appui du mortier.
E Logement du mortier.

F Conduite d'évacuation des fumées.
G Cavalier en terre.
H Mur paraprojectile.
I Mur de clôture.
J Local d'observation.

K Fenêtre.
L Écran.
M Bornes du circuit électrique.
N Compteur.
O Conduite de grisou.

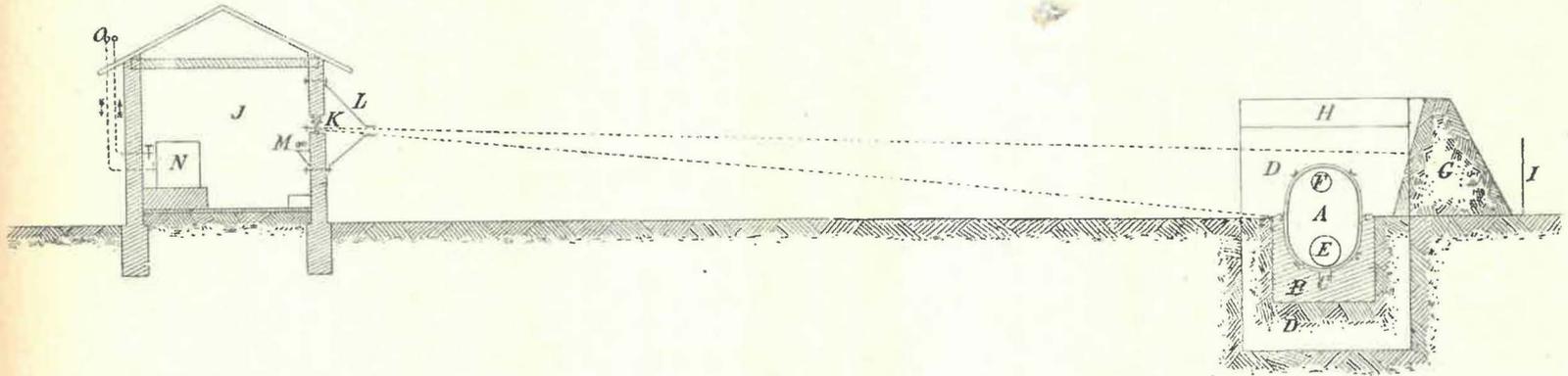


FIG. 29. — Coupe en travers du siège d'essai des explosifs.

les explosifs, mais qui devra être augmentée lors des essais subséquents relatifs à l'influence des poussières charbonneuses dans les explosions.

La galerie a une section sensiblement elliptique de 1^m85 de hauteur et 1^m40 de largeur, représentant environ 2 mètres carrés de développement. Elle est inclinée de 1/100 vers l'avant, de façon à permettre l'évacuation des eaux dans un puisard. Elle est constituée d'une triple couche de planches en pitchpin de 0^m025 d'épaisseur, de 0^m10 de largeur, rabotées suivant profil et assemblées par rainure et languette.

Les joints de chaque couche dans un même anneau et les joints des anneaux entre eux sont dans des plans différents, de façon à renforcer la solidité et l'étanchéité de l'ensemble.

La galerie comprend onze viroles dont dix de 2^m75 de longueur et une de 3^m60. Le premier anneau est encastré de 1 mètre de longueur dans le massif de maçonnerie d'appui du mortier.

Chaque cours de madriers a été enduit de carboniléum; l'extérieur de la galerie a reçu en plus deux couches de goudron végétal.

On pourrait s'étonner de la préférence donnée au bois comme élément constitutif de la galerie; certes, la tôle aurait offert de grandes facilités de construction, mais indépendamment de l'avantage présenté par le bois d'être moins sujet aux influences thermiques, celui-ci s'imposait en raison de l'atténuation, ou même de la suppression des projections en cas d'explosions trop fortes. Cet avantage était particulièrement à prendre en considération dans le cas présent, où l'installation se trouve comprise dans la cour d'un siège en activité.

L'enveloppe en bois de la galerie est enserrée dans une armature métallique composée de cadres reliés entre eux par des entretoises.

Les cadres sont constitués par des fers **I** de 0^m10 de hauteur; sur les 8 premiers mètres, ils sont distants de 0^m50 et de 0^m25 seulement aux joints entre les viroles; sur le restant de la galerie, leur écartement est respectivement de 0^m60 et de 0^m35.

Les cadres sont entretoisés par 6 fers **U** de 0^m10 de largeur répartis sur la périphérie et se prolongeant sous forme de tirants dans le massif de maçonnerie.

Eu égard à la nature du sol, lequel est constitué de terres rapportées, et à la faible profondeur de 1 mètre environ à laquelle s'établit le niveau de la nappe aquifère, la galerie a dû être supportée par un massif de maçonnerie dont les pieds-droits s'élèvent jusqu'à mi-hauteur.

Un caniveau a été ménagé pour l'évacuation des eaux. Un escalier permet l'accès aisé de l'orifice de la galerie.

Celle-ci est percée de 15 fenêtres de 0^m29 de hauteur et de 0^m16 de largeur, fermées par des glaces de 0^m02 d'épaisseur avec joints d'amiante vers l'intérieur, de caoutchouc vers l'extérieur.

La galerie comporte également 8 ouvertures circulaires de 0^m25 de diamètre, fermées par des tampons en bois armé et formant soupape. Ces tampons, qui en temps normal sont reliés par une chaîne au siège de la soupape, peuvent être calés le cas échéant au moyen d'une traverse. Dans certaines expériences, les tampons peuvent être remplacés par une feuille de papier, laquelle est maintenue par un cercle de fer.

La chambre d'explosion a 10 mètres cubes. Elle est limitée par un disque de papier qui est enserré entre deux fers cornières, un fixe, l'autre mobile, que l'on rapproche après le placement de la feuille et que l'on assemble par clavette. Pour faciliter la pose de la feuille en papier, qui doit être exécutée par un seul ouvrier, le fer cornière fixe porte un certain nombre de pointes.

Le grisou arrive dans la chambre d'explosion par un tuyau distributeur de 0^m051 de diamètre et de 3 mètres de longueur, situé près du bas de la galerie. Ce tuyau est percé de 300 ouvertures de 3 ^m/_m de diamètre, disposées à des distances décroissantes, au fur et à mesure qu'on s'approche de l'extrémité, de façon à obtenir une distribution uniforme.

L'homogénéité de la masse gazeuse est obtenue en plus par un *ventilateur mélangeur* (fig. 6 et 28) placé à l'extérieur de la galerie contre celle-ci, et dont les conduites d'aspiration et de refoulement communiquent chacune avec une des extrémités de la chambre d'explosion. Les orifices de ces conduites peuvent être fermés par des registres bien dressés de façon à maintenir l'étanchéité.

A l'intérieur de la conduite d'aspiration du ventilateur-mélangeur est ménagé un tuyau à ailettes longitudinales dans lequel on peut faire passer, le cas échéant, un courant de vapeur destiné à échauffer la masse gazeuse.

Il est inutile de porter la température du mélange explosible au delà des limites extrêmes que l'on rencontre dans les travaux houillers actuels.

Nous avons relevé, en 1900, la température des divers chantiers dans les mines les plus profondes de Belgique. La température maxima mesurée en plein courant a été de 37° dans la galerie de

retour d'air d'un chantier ouvert à la profondeur de 1,150 mètres, au puits n° 18 des Produits.

Depuis lors, par suite de l'avancement des fronts, la température du courant de retour a augmenté ; elle est actuellement de 40°.

Dans des exploitations à 1.500 mètres, profondeur considérée généralement comme la limite actuellement accessible à l'ouvrier, la température du courant d'air pourra atteindre au maximum 45°.

Il n'y a pas lieu de prévoir lors des essais une température supérieure et le dispositif d'échauffement dont il vient d'être parlé paraît amplement suffisant pour la réaliser

Le ventilateur-mélangeur est étanche. L'arbre traverse les conduites d'aspiration dans des boîtes à bourrage. Il a un diamètre de 0^m40. Les conduites d'aspiration et de refoulement ont une section utile égale, correspondant à un diamètre libre de 0^m24. A la vitesse normale de 1,600 tours, le débit du ventilateur est de 30 mètres cubes par minute, correspondant à trois passages de la masse gazeuse totale de la chambre d'explosion à travers le ventilateur dans le même laps de temps, ce qui est amplement suffisant pour obtenir l'homogénéité du mélange.

La conduite de refoulement porte une ouverture par où on fera descendre le cas échéant une coulée de poussières charbonneuses qui seront mises en suspension sous l'action du ventilateur. Des prises d'essai de gaz et de poussières pourront être prélevées en différents points de la chambre d'explosion et permettront de se rendre compte de la teneur et de l'homogénéité du mélange

A l'extrémité d'avant de la galerie se trouve le massif d'appui du mortier, constitué par un bloc de maçonnerie avec soubassement de béton de 4^m20 de hauteur, 3^m60 de largeur et 3^m60 de longueur. Ce massif est consolidé par une série de vieux rails disposés verticalement et reliés entre eux par des tirants. Il présente un logement destiné à recevoir le mortier et dont l'ouverture se présente à la partie inférieure de la galerie.

Le logement est incliné sous un angle tel que l'axe du mortier prolongé atteigne le ciel de la galerie à 9 mètres environ du front. Des règles en fer sont noyées dans les parois de cette cavité pour faciliter la manœuvre du mortier ; dans le but d'atténuer les chocs, on a intercalé entre le mortier et la maçonnerie deux rondelles en bois tendre, comprenant entre elles un disque en caoutchouc de 0^m05 d'épaisseur.

Au sommet du front de la galerie débouche la conduite d'aspiration

des fumées constituée par un tuyau en fonte de 0^m25 de diamètre, en relation avec un ventilateur-aspirateur.

L'extrémité de ce conduit à front de la galerie se présente suivant un siège conique parfaitement dressé contre lequel vient s'appliquer une soupape en fonte. Celle-ci est manœuvré de l'extérieur par une tige à vis guidée.

Le mortier est constitué de deux parties : une âme en acier au creuset et une frette en acier Martin. Cette division a notamment pour but de diminuer les frais de remplacement.

Le mortier a les dimensions suivantes :

	Longueur.	Diamètre.
Frette	0 ^m 700	0 ^m 500.
Ame	0 ^m 700 mortier n° 1.	0 ^m 200 mortier n° 2.
	0 ^m 575 id. n° 2	0 ^m 180 id. n° 2.
Fourneau	0 ^m 460.	0 ^m 055.

Le fourneau, dont le volume est de 1,173 centimètres cubes, peut recevoir des charges supérieures aux charges-limites de la plupart des explosifs de sécurité, et certainement de ceux employés en Belgique.

Dans le but de rendre les expériences comparables, les dimensions adoptées sont celles des mortiers utilisés en Allemagne.

Une double ligne électrique relie la chambre d'explosion au local d'observation où se trouve l'exploseur.

Un cavalier de protection en terre, de 2^m50 de hauteur, avec talus gazonné, a été élevé le long de la galerie. Dans le même but, un mur avec contrefort a été édifié au dessus du massif du mortier.

Le **local d'observation** est muni d'une fenêtre de 6 mètres de long et de 0^m10 de hauteur, fermée par une glace de 0^m025 d'épaisseur, et placée de façon à permettre l'observation aisée de la galerie dans l'hypothèse où celle-ci serait prolongée à 50 mètres.

Des paraprojectiles sont disposés au devant de la fenêtre, ainsi qu'il est représenté fig. 29; ils servent en même temps à limiter le champ visuel à la ligne des fenêtres de la galerie.

Le grisou arrive du gazomètre au local d'observation au moyen d'une conduite aérienne de 0^m051 de diamètre intérieur et de 350 mètres de longueur.

Il passe dans un compteur de 200 becs, c'est-à-dire capable d'un débit de 28 mètres cubes à l'heure.

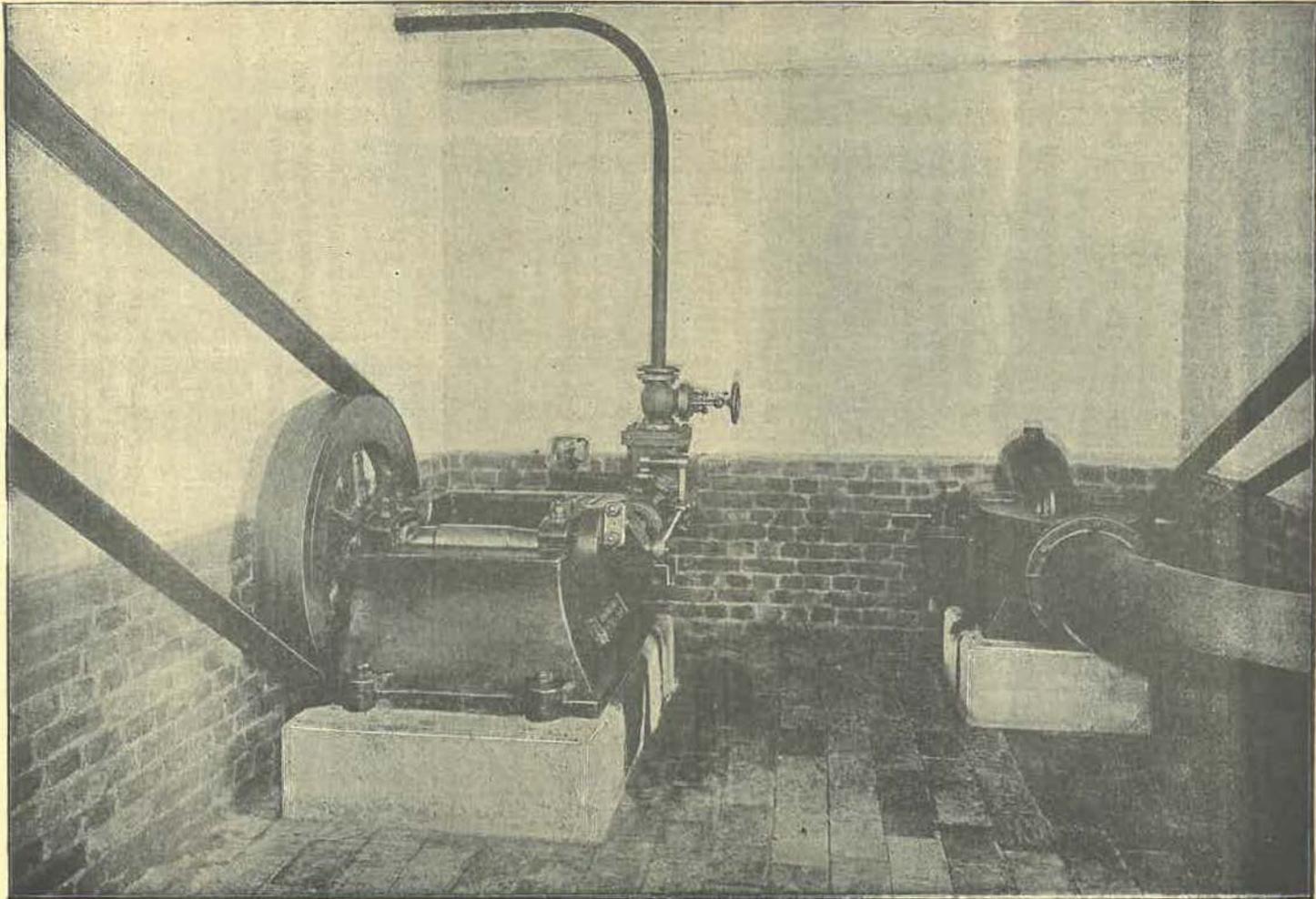


FIG. 30 — *Vue du moteur et du ventilateur-aspirateur.*

La chambre d'explosion la plus employée aura 10 mètres cubes de capacité. Dans l'hypothèse d'un mélange à 10 % de méthane, le remplissage demandera moins de trois minutes.

Le local d'observation contient en outre l'exploseur pour la mise à feu des mines, une balance pour la détermination des charges, un endiomètre pour s'assurer de l'explosibilité du mélange, des thermomètres, hygromètres, etc.

Le **bâtiment des machines** abrite un broyeur et un ventilateur aspirateur des fumées. Celui-ci (fig. 28 et 30) a 0^m508 de diamètre et un débit de 70 mètres cubes par minute. Il peut être transformé en ventilateur foulant par une simple modification des conduites d'aspiration et de refoulement.

Cette transformation a pour but de permettre, au cours d'expériences sur les poussières, le remplissage aussi uniforme que possible de la galerie entière par une atmosphère uniquement poussiéreuse.

A cet effet, le ventilateur mélangeur mettrait en suspension les poussières et le ventilateur soufflant ferait progresser dans la galerie laissée libre, c'est-à-dire non fermée par le diaphragme en papier, le nuage poussiéreux au fur et à mesure de l'augmentation de celui-ci par les nouveaux apports du ventilateur mélangeur.

On sait que pour réaliser le maximum de danger, les poussières doivent être non seulement sèches, mais aussi de ténuité suffisante et de production récente.

Ce dernier point vient d'être confirmé par les expériences de MM. Fontenelle et Lecocq (1).

Pour réaliser ces conditions, le laboratoire possède un broyeur à boulets à alimentation et décharge continues, provenant de la firme Fried. Krupp (Grusonwerk) à Magdebourg-Buckau, capable de produire par heure 15 kilogrammes de poussière de charbon ayant traversé une toile de 1,250 mailles par centimètre carré.

Nous rappellerons, en passant, en quoi consiste ce broyeur, dont la figure 31, montre les coupes suivant deux plans perpendiculaires et dont la figure 32 est une vue photographique. Cet appareil comprend un tambour en fonte (A) présentant deux surfaces cylindriques excentrées. Celles-ci sont percées de 54 ouvertures circulaires, réparties par moitié sur deux quarts de la circonférence.

(1) Etude sur les gaz dégagés par le broyage du charbon (*Annales des Mines de Belgique*, t. VII, 3^me liv., p. 657).

Le charbon est introduit par une trémie latérale (*C*) et est entraîné vers l'intérieur du tambour par la rotation de l'hélice (*D*), qui fait corps avec le tambour. Il est broyé par des boulets en acier (*E*), qui se déplacent continuellement par suite du mouvement du tambour. Le jeu de boulets pèse 60 kilogrammes; il comprend 21 boulets de 0^m08 de diamètre et 52 boulets de 0^m04.

Le charbon broyé tombe sur le tamis *F*, constitué par une toile métallique de 1,250 mailles par centimètre carré. Le charbon fin s'évacue par la trémie *G*, qui peut être fermée, le cas échéant, par le registre *H*. L'ouverture *I* permet de la visiter.

Le refus du tamis est ramené à l'intérieur du tambour par les deux palettes *K* en passant par les ouvertures *L* ménagées dans la surface cylindrique et fermées partiellement par une tôle de fer percée de trous.

Le tambour présente une ouverture de visite *M*, fermée par une autoclave. Tout l'appareil est compris dans une cage en tôle *N* faisant corps avec la trémie d'évacuation.

Le broyeur, à raison de 45 tours par minute, produit par heure 15 kilogrammes de poussières de charbon.

Mesure de la puissance et de la brisance des explosifs. —

La puissance et la brisance des explosifs sera mesurée à la bombe de plomb (méthode de Trauzl).

C'est en fait la méthode de mesure de l'énergie de loin la plus employée. Ultérieurement, des essais comparatifs pourront être exécutés en utilisant l'écraseur et le mortier.

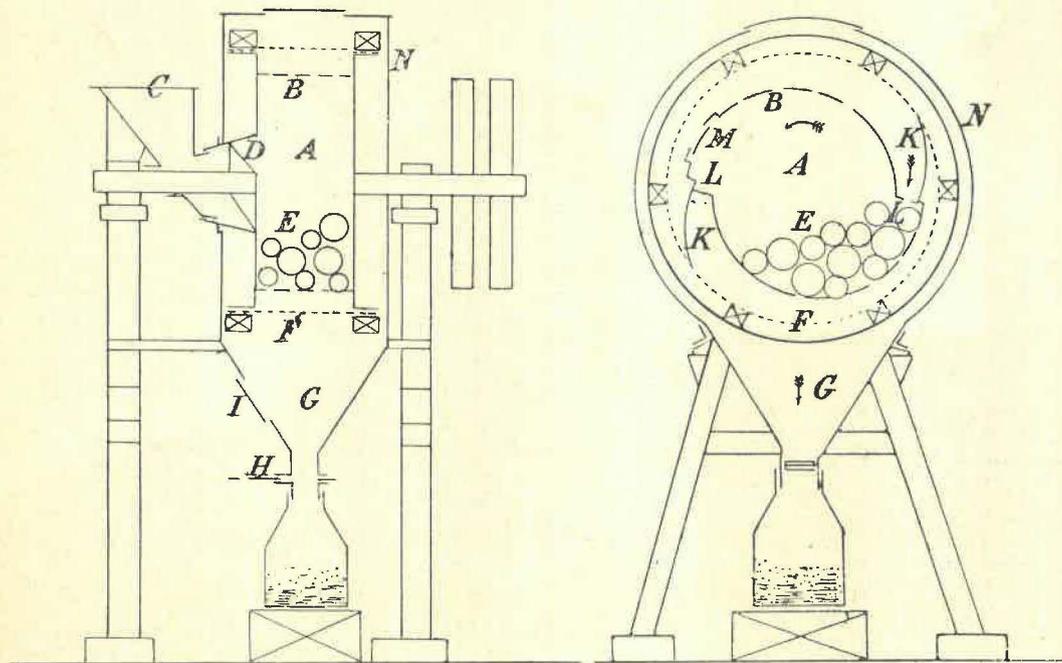
Les bombes seront identiques à celles employées aux sièges Bismark et Marie, de façon à obtenir des résultats comparables. En 1900, le capitaine Desboroug, chargé des essais réglementaires que doivent subir en Angleterre les explosifs classés, a imaginé un nouvel appareil de mesure qu'il a appelé le pendule balistique. Celui-ci consiste dans les grandes lignes en un mortier de 5 tonnes, ayant un calibre intérieur de 0^m375 et suspendu sur des coussinets à billes par l'intermédiaire d'un pendule. Le canon contenant la charge est amené en face du mortier; l'explosion a pour effet d'imprimer à celui-ci une oscillation dont on mesure l'amplitude et qui est fonction de l'énergie de l'explosif.

M. Desboroug signale comme principal avantage de ce procédé la possibilité d'employer des charges dix fois plus considérables que celles généralement utilisées au bloc de plomb.

Fig. 31.

Broyeur à boulets, système Krupp.

Échelle 1/20.



LÉGENDE :

- A Tambour
- B Ouvertures circulaires
- C Trémie d'introduction
- D Hélice
- E Boulets
- F Toile métallique
- G Trémie d'évacuation
- H Régistre
- I Ouverture de visite
- K Palettes
- L Tôles perforées.
- M Ouverture de visite
- N Enveloppe

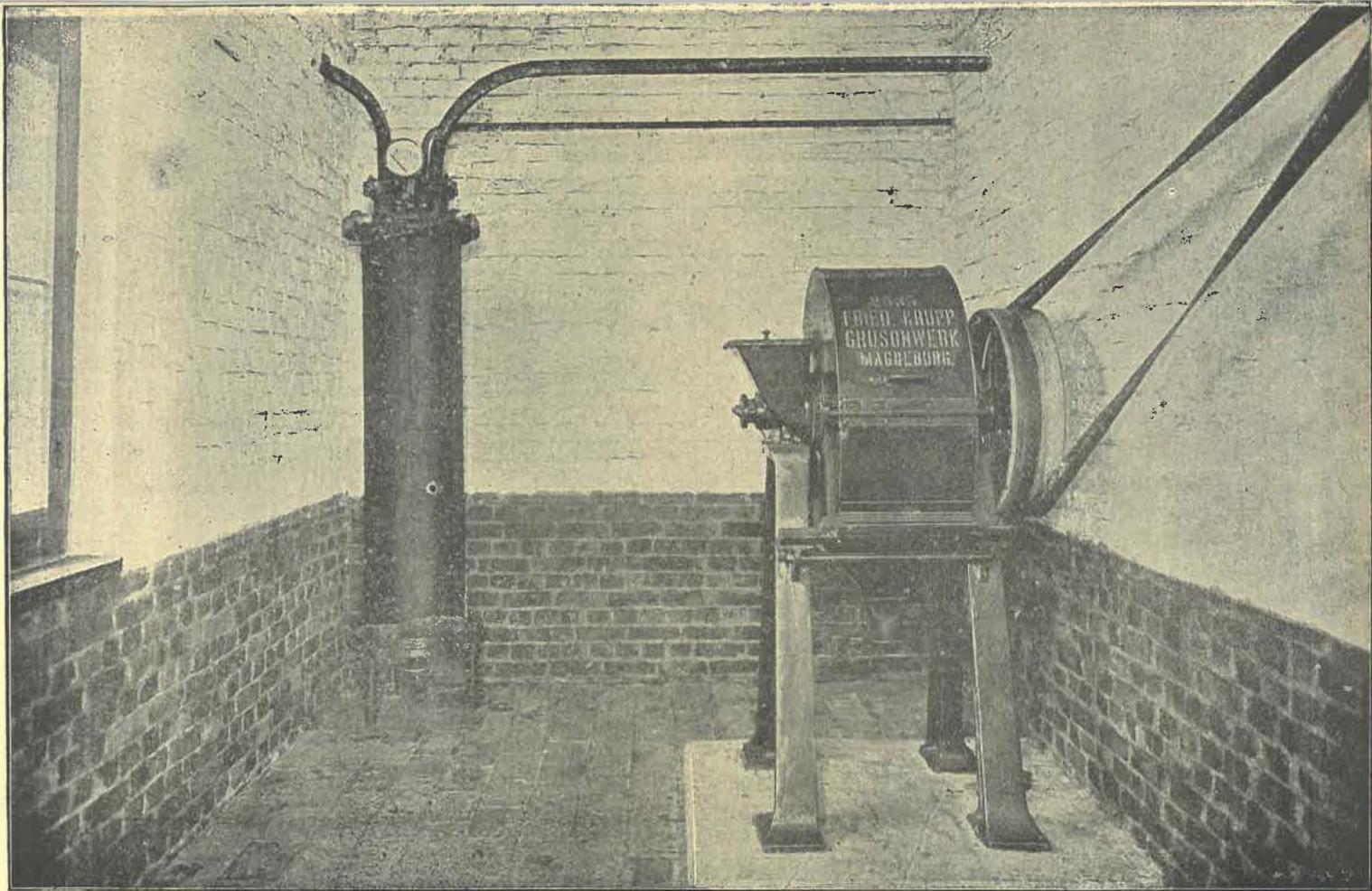


FIG. 32. — *Vue du broyeur à boulets et du sécheur de vapeur.*

L'exactitude relative de ce procédé se déduit de ce que sur un grand nombre d'expériences exécutées dans des conditions identiques, les différences maxima entre les résultats n'ont pas dépassé 10 p. c. de la valeur moyenne de ceux-ci.

Mesure de la puissance des détonateurs. — La puissance des détonateurs sera déterminée par le procédé de la plaque de plomb et par celui de la bombe.



Méthodes d'expérimentation des Explosifs

Mesure de la pression explosive.

La pression développée par la détonation dans la chambre d'explosion est évidemment supérieure à celle que révèle le diagramme de l'indicateur, car pendant le temps que les gaz mettent à acquérir leur maximum de pression, il y a absorption de chaleur par les parois du mortier d'acier.

L'écart entre la grandeur mesurée et la grandeur réelle sera d'autant plus grand que la pression se développe plus lentement et que les produits de l'explosion renferment plus d'éléments condensables. Si l'on veut comparer les pressions obtenues avec divers explosifs, on doit déterminer l'influence du refroidissement par les parois et en tenir compte.

La détermination se fait de la manière suivante. Le volume de la chambre d'explosion restant constant, on augmente la surface de contact en disposant des disques d'acier dans la chambre d'explosion. On expérimente, en premier lieu, dans le mortier de 15 litres, puis dans un autre de 20 litres dont on réduit la capacité à 15 litres et qui présente les surfaces de 3,600, 6,600, 7,600 centimètres carrés. Si l'on trace le diagramme des résultats obtenus dans ces expériences, on constate que les extrémités des ordonnées représentant les pressions sont en ligne droite; l'inclinaison de celle-ci donne la mesure de l'importance du refroidissement et de la condensation des gaz. Ainsi les pressions que développent les explosifs au nitrate ammonique sont représentées par une droite beaucoup plus inclinée que celle des dynamites. Les premiers, en effet, donnent par leur décomposition la moitié ou le tiers de leur poids de vapeur d'eau qui se condense assez rapidement; en outre, leur vitesse de détonation est moindre que celle des explosifs à base de nitroglycérine.

Dans un trou de mine, le refroidissement et la condensation doivent avoir pour conséquence une diminution de l'effet utile et cette influence est variable avec la capacité calorifique des roches.

Pour éliminer l'influence des parois, la chambre d'explosion présentant une surface déterminée, on exécute un certain nombre d'expériences, et on prend la moyenne des résultats. On répète ces opérations pour chacune des surfaces choisies et on trace le diagramme dont les abscisses sont les surfaces et les ordonnées les pressions. Si l'on prolonge la droite ainsi obtenue, l'ordonnée à l'origine représente la pression qui correspondrait à une surface de parois égale à zéro. C'est la pression qu'on devrait obtenir s'il n'y avait pas de refroidissement.

Un exemple fera mieux comprendre le procédé :

50 grammes de dynamite-guhr ont donné dans une chambre d'explosion de 15 litres, les résultats suivants :

SURFACE DES PAROIS	PRESSIONS MESURÉES
7,600 centimètres carrés.	17.4 kilog. par centimètre carré.
6,600 id. id.	18.5 id. id.
5,000 id. id.	19.7 id. id.
3,600 id. id.	20.76 id. id.

Le diagramme (fig. 33) montre que pour une surface nulle, on aurait une pression de 24.0 kilog.

On a trouvé de même, en expérimentant dans une capacité de 7.5 litres, avec 50 grammes de dynamite, les valeurs suivantes :

SURFACE DES PAROIS	PRESSIONS MESURÉES
6,000 centimètres carrés.	37.7 kilog. par centimètre carré.
5,000 id. id.	39.8 id. id.
3,720 id. sd.	41.6 id. id.
3,360 id. id.	41.9 id. id.
3,100 id. id.	44.75 id. id.

En construisant le graphique comme il a été dit, on trouve pour la pression initiale la valeur 48.2 kilog. par centimètre carré. Ainsi, avec les densités de chargement employées, les pressions se comportent encore comme l'exige la loi de Boyle (ou de Mariotte).

L'élimination de l'influence du refroidissement a encore un autre but de grande portée. L'indicateur ne permet d'expérimenter qu'avec des densités de chargement très petites. En enfermant dans une capacité de 15 litres, 100 grammes d'un explosif dont le poids spécifique est 1, la densité de chargement n'est que de $1/150$, au lieu de 1 qu'elle pourrait être dans un trou de mine. En diminuant la capacité de la chambre d'explosion et en employant des ressorts assez forts pour

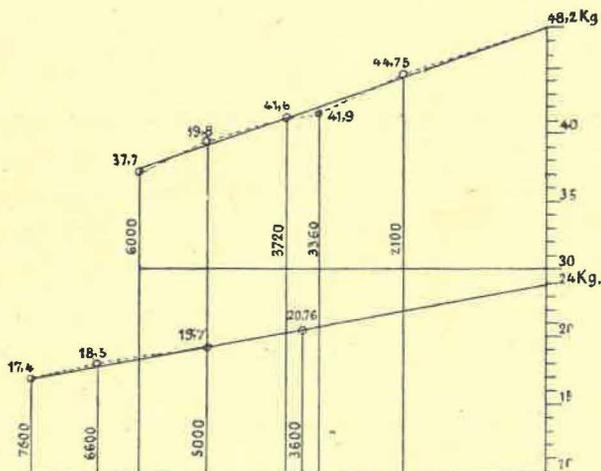


FIG. 33.

l'indicateur, on a pu faire des essais à la densité de chargement $1/25$ sans endommager le mortier, mais cette densité est encore très faible. En construisant le diagramme des résultats d'essais faits avec des densités variant de $1/25$ à $1/150$, si l'on porte en ordonnées les pressions enregistrées par l'indicateur, on trouve une courbe hyperbolique ; si l'on prend, pour les mêmes abscisses, les pressions corrigées de l'erreur due au refroidissement, on trouve une ligne droite. De là, toutes réserves faites au sujet des résultats contradictoires que pourraient donner des essais à exécuter avec des appareils plus résistants et des densités de chargement plus fortes, on peut conclure

que les pressions correspondant à une densité donnée, par exemple 1/150, et corrigées de l'erreur du refroidissement, sont directement proportionnelles aux pressions correspondant à des densités plus fortes. Il serait très désirable que des expériences soient entreprises en vue de vérifier le bien fondé de cette supposition ; la connaissance des lois qui régissent les gaz aux pressions et températures très hautes étant du plus grand intérêt pour d'autres problèmes encore.

En admettant comme exacte la loi de proportionnalité, on trouve les pressions suivantes pour les douze explosifs expérimentés, supposés détonant dans leur propre volume.

	DENSITÉ de CHARGEMENT	PRESSIION en Kilog. par cm ²	NOMBRES PROPORTIONNELS
Poudre noire	1.04	2,917	1.0
Dynamite-gomme	1.63	17,213	5.9
Dynamite n° I	1.58	11,420	4.0
Gélatine-dynamite	1.67	13,878	4.7
Donarite	1.31	9,570	3.3
Ammon carbonite I	1.11	7,792	2.7
Ammon carbonite	1.19	7,541	2.6
Thunderite	1.07	6,099	2.1
Carbonite II.	1.49	7,755	2.7
Id. I	1.55	7,533	2.6
Carbonite pour charbon	1.42	6,603	2.3
Carbonite.	1.08	4,309	1.5

Ces chiffres concordent assez bien avec l'opinion que l'on se forme, d'après les résultats pratiques, sur la force relative des divers explosifs. Les considérations théoriques fondées sur la thermo-chimie donnent aussi des résultats analogues.

Il est à noter que les explosifs au nitrate ammonique détonent assez irrégulièrement surtout lorsqu'on expérimente des petites charges, la détonation est incomplète et il se forme des vapeurs rouges. Mais si l'on emploie des quantités un peu fortes, par exemple

300 grammes, on obtient à l'indicateur des détonations régulières et des résultats comparables.

Produits de la décomposition des explosifs.

Dans le phénomène de l'explosion, le moment le plus intéressant est celui où l'on atteint la plus haute température et la plus haute pression, car c'est de cette phase que dépendent l'effet utile, d'une part, et d'autre part, le danger au point de vue du grisou. Mais ce moment oppose précisément les plus grandes difficultés à des mesures expérimentales, notamment à la détermination de l'état initial physique et chimique des produits de l'explosion. Après l'explosion et le refroidissement des fumées, on peut procéder à une analyse chimique et à l'examen physique des divers constituants, mais ce ne sont plus les mêmes qu'au moment précis de l'explosion. A cet instant, tous les corps solides doivent être ou fondus ou gazeux. Par le refroidissement, une partie s'en sépare à l'état liquide, une autre forme un résidu solide. La composition chimique des fumées est intéressante, car en se mélangeant dans l'air ces fumées peuvent agir d'une façon nocive sur la santé des ouvriers. Au point de vue de l'effet utile et de la sécurité en présence du grisou, on a dû se borner à établir la séparation des produits en solides, liquides et gazeux.

Entre le piston de l'indicateur et la chambre d'explosion est intercalé un robinet permettant de soustraire à la forte pression initiale le piston de l'indicateur que l'on prend plus grand que pour les essais de pression. On ouvre ce robinet quand les fumées ont repris la température du local. On lit ainsi sur l'indicateur la pression des gaz refroidis. Ce nombre multiplié par la capacité de la chambre d'explosion donne le volume des gaz à la température ambiante et à la pression atmosphérique.

Le poids spécifique des gaz se détermine au moyen de la balance de Lux et l'on obtient ainsi le poids des gaz; on ouvre la chambre d'explosion et on recueille les corps solides et liquides que l'on pèse. Le poids total des gaz, des liquides et des solides doit être égal au poids de la charge. On déduit de là la composition probable des fumées au moment même de l'explosion en admettant que toute l'eau était vaporisée, que les sels alcalins se trouvaient à l'état de carbonates et fondus, et que l'acide carbonique existait tel.

C'est ainsi qu'ont été obtenus les chiffres du tableau suivant; ce sont les moyennes d'un grand nombre d'expériences.

EXPLOSIFS	POIDS de la charge y compris le détonateur et l'enveloppe	Contenu de la chambre d'explosion				Les produits liquides	
		GAZ REFROISIS, SOUS PRESSION			LIQUIDES et SOLIDES	EAU PRODUITE PENDANT L'EXPLOSION	
		Litres	Grammes	Poids du litre		Grammes	Volume de la vapeur (litres)
Poudre noire	306	95.7	136.8	1.431	169.2	9.0	11.81
Dynamite gomme	102	48.8	72.5	1.510	29.5	29.5	38.7
Dynamite n° 1	106	37.21	60.53	1.625	39.9	14.9	19.64
Gélatine dynamite	156	48.07	75.9	1.577	80.1	16.43	21.56
Donarite	206	124.44	134.6	1.081	71.4	71.4	93.60
Ammon Carbonite I	206	98.00	121.5	1.240	81.5	68.26	89.6
Ammon Carbonite	206	77.03	101.2	1.314	104.8	86.6	112.166
Thunderite	206	76.05	103.5	1.361	102.5	102.5	134.5
Carbonite II.	206	120.6	107.5	0.892	98.5	19.45	25.55
Carbonite I	256	139.8	120.5	0.862	135.5	33.10	43.60
Carbonite charbon	206	114.45	111.45	0.975	94.55	36.11	47.38
Carbonite	206	123.15	118.8	0.966	87.2	13.10	17.20

EXEMPLE I. — 100 grammes de dynamite-gomme, capsule n° 8, chambre d'explosion de 15 litres, température 16.56 C., baromètre 760 millimètres. Après trois quarts d'heure, on lit sur l'indicateur une pression de 2.15 kilog. ou 2.222 atmosphères. Il faut y ajouter la différence de pression entre l'atmosphère et la pression subsistant dans l'appareil avant l'explosion, c'est-à-dire 1 atmosphère.

La pression effective est donc 3.222 atmosphères ou ramenée à 15° C. 3.205. Les gaz à la pression normale et à 15° C. occupent donc un volume de 48.075 litres. Le poids d'un litre de gaz mesuré à la balance de Lux est de 1.510 grammes; le poids de 48.075 est de 72 gr. 5. Retranchant ce chiffre de 102, il reste 29 gr. 5 qui ne peuvent être que de l'eau condensée dans la chambre d'explosion. 29 gr. 5 d'eau à 15° et 760 m/m correspondent à 38 lit. 7 de vapeur.

EXEMPLE II. — 206 grammes de carbonite avec enveloppe et capsule n° 8, capacité de 15 litres, température 16.81° C., baromètre 750 m/m .

et solides se décomposent en			QUANTITÉ TOTALE des gaz formés dans l'explosion		1 kilog. d'explosif fournit au moment de l'explosion			
ACIDE CARBONIQUE GAZEUX		PRODUITS solides, per- manents ou fondus dans l'explosion	Grammes	Litres	PRODUITS GAZEUX			PRODUITS SOLIDES Grammes
Grammes	Litres				Litres	Poids par litre Grammes	Grammes	
19.56	10.49	140.64	165.36	118	386	1.402	540	460
0	0	0	102	86.78	851	1.175	1,000	0
0	0	25.0	75.5	56.85	536	1.33	750	250
11.85	6.36	51.82	104.18	75.99	487.5	1.37	668	332
0	0	0	206	218.04	1,023	0.946	1,000	0
4.3	2.31	11.94	194	189.91	922	1.003	942	58
4.4	2.36	13.8	192.2	191.55	930	1.002	932.8	67.2
0	0	0	206	210.55	1,021	0.979	1,000	0
14.18	7.61	64.87	141.13	153.72	746.5	0.919	685	315
27.16	14.57	75.24	180.76	197.97	773.5	0.914	706	294
15.85	8.50	42.59	163.41	168.13	816.5	0.97	793.5	206.5
17.95	9.63	56.15	149.85	149.98	729	0.999	729	271

L'indicateur donne une pression de 7 kil. 13; le vide primitif était de 725 millimètres, cela correspond à une pression effective de 8.21 atmosphères. On a donc obtenu 123 lit. 15 de gaz refroidis; leur poids spécifique est 0 gr. 966; le poids total 118 gr. 8. Le résidu est de 87 gr. 2. On en a recueilli 1 gr. 6082 que l'on a chauffés au rouge vif, dans un four de calcination et qui ont donné :

0 gr. 2411 d'eau;
0 gr. 3313 CO²;
1 gr. 0372 résidu solide.

Par conséquent, les 87 gr. 2 contenaient :

13 gr. 13 d'eau ou 17 lit. 20 vapeur;
17 gr. 95 CO² ou 9 lit. 63 gaz;
56 gr. 2 solides.

que l'on considère comme étant des carbonates alcalins fondus au moment de la détonation.

EXEMPLE III. — 206 grammes Donarite, capacité 15 litres, température 17.65 C°, baromètre 748 millimètres. Pression indiquée 7 kil 28. Vide primitif 725 millimètres. Pression effective 8.296. Volume des gaz à 760 millimètres et 15° C. : 124 lit. 44; poids du litre 1.081; poids total 134 6. On a recueilli dans l'appareil 67 gr. 95 d'eau, en partie directement, le reste par absorption par CaCl². Cela équivaut à 89 lit 10 de vapeur à 15° et 760 millimètres. (Il manque donc 3 gr. 45).

Les produits gazeux sont, au moment de la détonation, portés à une température extrêmement élevée et produisent alors la plus grande pression. Les produits solides sont vraisemblablement fondus; ils agissent par leur masse, mais ne contribuent pas à augmenter la pression. Les gaz formés au moment de la détonation, dans un trou de mine bien bourré, ne peuvent occuper que le volume propre de l'explosif. La pression atteinte sera d'autant plus grande que la densité de l'explosif, la proportion du poids transformé en gaz et la chaleur dégagée seront plus grandes.

Les divers explosifs donnent des quantités de gaz très différentes et de poids spécifique variable. Il est intéressant de rapprocher pour se faire une idée de la pression atteinte, le volume des gaz produits par une charge occupant un même volume et la chaleur dégagée.

C'est ce que donne le tableau suivant :

	GAZ produits par 1 kilogramme	VOLUME primitif du kilogramme d'explosif	NOMBRE de litres de gaz pour 1 litre de volume primitif	CHALEUR dégagée par 1 kilo- gramme
Poudre noire . . .	386	0.961	401	574
Dynamite-gomme.	851	0.614	1,386	1,422
Dynamite n° I. . .	536	0.633	847	1,170
Gélatine-dynamite.	487	0.599	813	1,321
Donarite . . .	1,023	0.763	1,341	836
Ammon-carbonite I	922	0.900	1,024	850
Ammon-carbonite.	930	0.840	1,107	757
Thunderite. . .	1,021	0.935	1,092	777
Carbonite II . . .	746	0.671	1,112	602
Carbonite I. . .	773	0.645	1,198	601
Carbonite-charbon	816	0.704	1,160	506
Carbonite . . .	729	0.926	783	576

Exemple de la détermination de la chaleur dégagée.

70 grammes d'ammon-carbonite I ont donné au calorimètre une élévation de température 1°05, déduction faite de l'apport de chaleur par l'atmosphère du local. La valeur en eau du calorimètre est de 71,719 calories; la quantité de chaleur absorbée est donc $1.05 \times 71,719 = 75,205$ calories. Il faut en déduire 1,381 calories pour l'explosion du détonateur. Il reste par conséquent 73,824 calories ou pour 1 kilog. d'explosif, 1,055 grandes calories.

L'analyse des produits de l'explosion fait connaître que 1 kilog. d'ammon-carbonite donne 341 gr. 3 d'eau. Cette eau en se condensant met en liberté 202 calories. Il en reste donc 853.

Un kilog. d'ammon-carbonite I contient 90 grammes KNO_3 et NaNO_3 . En se transformant en bicarbonates, les carbonates de K ou de Na provenant de 1 kilog. de nitrate fournissent 35.8 calories soit pour 90 grammes de nitrates, 3.2 calories qu'il faut aussi retrancher du résultat de l'observation. Il restera donc 849.8 calories qui représentent la chaleur dégagée par la détonation de 1 kilog. d'ammon-carbonite I.

Vitesse de détonation.

Tous les explosifs ont besoin, pour détoner, d'un choc. Cette impulsion initiale doit être assez grande pour assurer une détonation franche. Une fois qu'elle a commencé, l'explosion se propage plus ou moins rapidement, suivant les actions chimiques et physiques en jeu. Plus la décomposition est rapide, plus brutale sera l'action de la pression des gaz sur les parois de la mine. Ainsi la rapidité de la détonation est une propriété capitale au point de vue de l'effet utile des explosifs; elle n'importe pas moins au point de vue du danger d'inflammation du grisou.

La vitesse d'explosion a été mesurée en plaçant une série de cartouches de même diamètre en contact immédiat; la continuité de l'alignement de cartouches ainsi formé était soigneusement examinée, de sorte qu'on pouvait le considérer comme une cartouche unique. Pour les explosifs plastiques, le même effet a été obtenu en moulant à la presse une seule cartouche de 35 mètres de longueur. Cette longueur a été reconnue suffisante pour que les observations soient assez précises.

On a établi que tant qu'on reste en-dessous d'un certain diamètre, la vitesse de propagation augmente avec le diamètre; ensuite elle se montre indépendante de la section des cartouches.

Les explosifs rapides ne nécessitent pas d'aussi gros diamètres que les explosifs plus lents. Ainsi avec la dynamite, à partir d'un diamètre de 30 millimètres, on n'observe plus d'accroissement sensible de la vitesse, tandis qu'avec les explosifs au nitrate ammonique, la vitesse augmente encore au-delà de 50 millimètres.

Pour les mesures, on a toujours pris des cartouches de 30 millimètres, diamètre fréquemment adopté en pratique.

Pour la mesure du temps qui s'écoule entre la détonation des deux extrémités de la ligne d'explosifs, on s'est servi du chronographe Le Boulengé, tel qu'il est employé par le génie militaire. Le principe de cet appareil est le suivant :

Aux deux extrémités *A* et *B* de la file de cartouches se ferment les circuits de deux électro-aimants (fig. 34).

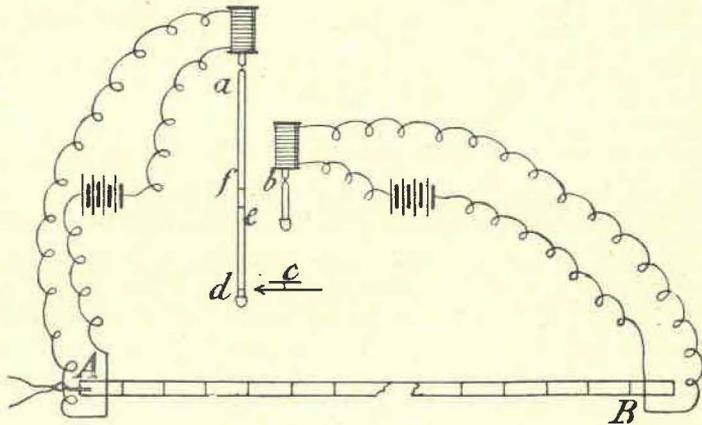


FIG. 34.

Deux barreaux de fer *a* et *b* sont suspendus à ces électro-aimants. Le poids *b* tombant sur le plateau *c* déclenche un ressort qui pousse un burin qui vient imprimer sur la barre *a* une marque *d*.

Si l'on rompt simultanément le circuit des deux électro-aimants, la marque sera située en un certain point *e* qui sert de repère. Si l'on rompt le courant à l'extrémité *A*, et quelque temps après en *B*, le barreau *a* descendra d'une certaine longueur avant que le barreau *b* en tombant ne déclenche le ressort *c*. Par conséquent le barreau *a* sera marqué en *f* plus haut que *e*. Les hauteurs de chute *fd*, *ed* permettent de déterminer le temps qu'a duré l'explosion de la charge *AB*.

La longueur de celle-ci doit être assez grande pour que l'intervalle ef soit facilement appréciable.

Ex. — $AB = 35$ mètres. $fd = 498.7$ millim. $de = 457.5$ millim.

La formule $t = \sqrt{\frac{2 \times h}{g}}$ exprime la durée de la chute.

Par suite,
$$t_1 = \sqrt{\frac{2 \times 0.4987}{9.81}} = 0,3182''$$

$$t_2 = \sqrt{\frac{2 \times 0,4575}{9.81}} = 0,3054''$$

$$t_1 - t_2 = 0''0128 \quad v = \frac{l}{t_1 - t_2} = \frac{35}{0''0128} = 2,735 \text{ mètres.}$$

Aptitude à la détonation.

Lorsqu'on met plusieurs cartouches en contact, qu'on amorce l'une d'elles avec un détonateur, l'explosion se transmet dans toute la masse. Si l'on fait des essais en laissant entre les cartouches des intervalles croissants, on trouve que l'explosion ne se propage pas aussi facilement dans tous les explosifs ; la distance à laquelle elle est transmissible est une propriété caractéristique des explosifs.

En opérant sur des cartouches de 30 millimètres de diamètre, on a trouvé les valeurs suivantes :

Dynamite-gomme . . .	détone incomplètement à l'air libre.
Dynamite n° I . . .	310 millimètres.
Gélatine-dynamite . . .	250 id.
Donarite	60 id.
Ammon-carbonite n° I.	60 id.
Ammon-carbonite . . .	50 id.
Thunderite	30 id.
Carbonite n° II	190 id.
Carbonite n° I	190 id.
Carbonite pour charbon	150 id.
Carbonite	200 id.

L'aptitude à la détonation est plus grande pour les dynamites que pour les explosifs au nitrate ammonique ; les premières exigent, pour détoner, une amorce de fulminate moins forte.

En vue d'élucider encore davantage cette question, on a fait des essais avec la gélatine-dynamite en quantités de 1, 5, 10, 25, 50, 100 et 200 kilogrammes. placées au centre d'un cercle dessiné par des charges secondaires de 1/2 à 2 1/2 kilog. et avec des rayons de 0^m90, 1^m45, 1^m80, 2^m25, 2^m50, 2^m75, 5^m25. Toutes les charges étaient enterrées dans le sol. On a trouvé que la détonation de 10 kilog. de gélatine-dynamite n'a plus d'influence sur 2.5 kilog. à 1 mètre de distance.

On doit probablement admettre que c'est à la flamme qu'est due la propagation de l'explosion et que c'est principalement de la longueur de cette flamme que dépend la détonation par l'influence. Cette longueur dépend de la grandeur de la charge.

10 kilogrammes d'explosif au nitrate ammonique ne transmettent l'explosion à des charges de 1/2 kilog. qu'à 0^m50 de distance; la dynamite, en même quantité, fait sentir son influence jusqu'à 4^m50.

Une explosion accidentelle de 18,960 kilogrammes de dynamite et de gélatine eut lieu à Keken, en 1895; une caisse de 150 kilogrammes fut influencée à 45 mètres de distance, et une autre à 50 mètres, tandis qu'une troisième de même importance, à 20 mètres, ne fit pas explosion.

En cas de raté de détonation, l'explosif brûle ou est projeté. Un explosif à base de nitroglycérine forme alors une grande flamme, ceux au nitrate ammonique, une petite flamme, et le mode de décomposition de l'explosif est tout autre que dans le cas de détonation franche.

Les détonations incomplètes sont le plus souvent imputables à un mauvais chargement ou à la congélation de la nitroglycérine.

CONCLUSIONS

Reprenons les résultats des expériences au point de vue de la force et de la sûreté des explosifs de Schleich.

Au point de vue de l'effet utile viennent en ligne de compte, la pression, la rapidité de la détonation, la chaleur dégagée. La ligne des essais au bloc de plomb suit celle des pressions pour les explosifs les plus brisants; elle reste en dessous pour les autres. Dans les tableaux (pp. 1030-1031) et le diagramme (fig. 18) la poudre noire est mise à part au premier rang, et on a inscrit les divers explosifs dans l'ordre du danger qu'ils présentent dans les milieux grisouteux. Il en est résulté que toutes les courbes descendent régulièrement de gauche

à droite. Ce fait permet déjà d'établir des rapprochements entre l'effet utile et le danger des explosifs en présence du grisou.

La courbe des calories est supérieure à celle des pressions pour les explosifs les plus puissants; elle est inférieure pour les autres explosifs. Si les deux courbes étaient parallèles, on pourrait en conclure que la pression acquise par les gaz est proportionnelle à la chaleur produite. Il n'en est rien.

La courbe des vitesses marche en général parallèlement à celle des pressions. Elle s'en écarte pour les explosifs au nitrate d'Am., si l'on compte les vitesses mesurées à l'air libre en cartouche de 30 m/m. Ces conditions ne sont pas les plus favorables pour ce genre d'explosif, mais la courbe prend la même allure que celle des pressions si l'on reporte en ordonnées les vitesses trouvées pour l'explosion en tubes fermés.

On peut déduire de là que l'effet utile dépend directement de la chaleur dégagée et de la vitesse de détonation.

L'importance du volume proportionnel des gaz dans les produits de l'explosion et de la nature chimique de ceux-ci n'apparaît pas manifestement.

En ce qui concerne le danger d'inflammation du grisou, il est extrêmement grand avec la poudre noire, la dynamite-gomme, la gélatine-dynamite et la dynamite guhr.

Les explosifs au nitrate ammonique (excepté la Donarite qui n'est employée qu'en carrière et pour le sel gemme), possèdent déjà un degré de sécurité suffisant; les carbonites présentent le maximum de sécurité. Pour se rendre compte de ce phénomène, il faut considérer, indépendamment des caractéristiques examinées ci-dessus, les longueurs et les durées de flamme.

Pour la poudre noire, il est frappant que ce sont les seuls caractères auxquels on puisse attribuer l'insécurité, tous les autres phénomènes n'en étant pas les conditions essentielles.

En ce qui concerne les dynamites, tous les phénomènes sans exception contribuent à augmenter le danger.

Les explosifs au nitrate ammonique ont des longueurs de flamme, des chaleurs et des pressions plus fortes que les carbonites, et c'est probablement à cette circonstance qu'il faut attribuer la plus grande sécurité des carbonites. Probablement aussi que la manière dont se comportent les gaz à la chaleur au moment de la détonation, a également une influence. En un mot, toutes les courbes des carbonites sont très basses, et tous les phénomènes concourent à la sécurité.

En général, on peut conclure que pour un explosif de sûreté, la vitesse de détonation, la chaleur dégagée, la longueur et la durée des flammes doivent être aussi faibles que possible pour une pression donnée et qu'aucune de ces quantités ne peut dépasser une certaine limite, parce qu'il ne s'établit pas de compensation d'un phénomène par l'autre. Cette conclusion se confirme par la considération des phénomènes de l'explosion de chaque explosif en particulier et des causes de leur degré de danger.

Pour la poudre noire, la cause du danger est la grande durée du contact de la flamme avec le mélange inflammable; en comparaison de cette influence, la faible chaleur dégagée ne pèse pas. Il n'y a d'ailleurs jamais d'explosion de poudre noire à proprement parler; même en vase clos et avec l'amorçage par un détonateur, il ne se produit qu'une combustion rapide. Les gaz chauds restent longtemps en contact avec le mélange inflammable et l'explosion a lieu même à basse température.

Les dynamites à forte teneur en nitroglycérine font explosion très rapidement, tellement que l'atmosphère contenant des gaz inflammables, si elle vient à être traversée par le dard de flamme très long et très chaud, ne peut céder, et bien que le contact soit très court, il y a cependant inflammation à cause du grand dégagement de chaleur.

La gélatine-dynamite donne des flammes de durée beaucoup plus courtes que la dynamite-gomme ou la dynamite n° I, sans en être plus sûre.

On doit en conclure que le plus grand dégagement de chaleur et la rapidité de la détonation sont les causes principales du peu de sûreté des explosifs à haute teneur en nitroglycérine.

Les charges limites de 300 à 400 grammes ne sont atteintes que si les quantités de chaleur, les vitesses de détonation, les longueurs et les durées de flamme tombent simultanément et notablement en dessous de celles des dynamites. Il n'y a plus alors de phénomènes susceptibles de produire l'inflammation du grisou.

Les ordonnées de toutes les courbes descendent à leur minimum pour les carbonites, c'est pourquoi celles-ci sont les plus sûres.

Il ressort cependant des expériences qu'en augmentant la charge même des explosifs les plus sûrs, on obtiendrait des inflammations de grisou, car la longueur des flammes augmente avec la charge.

On ne peut dans la galerie d'essai dépasser des charges de 1 kilog. En pratique, on reste notablement en dessous de cette quantité.

ANNEXE III.

**Extraits des rapports de MM. les Ingénieurs en chef
Directeurs d'arrondissement, accompagnant l'envoi de la
statistique des explosifs pour 1901 (1).**

*Extraits des rapports de M. MARCETTE, Ingénieur en chef
Directeur du 1^{er} arrondissement des mines.*

La densité du minage au coupage des voies s'établit comme suit, par catégorie de mines à grisou, pour les années 1897, 1898, 1899 et 1901.

	1897	1898	1899	1901
1 ^{re} catégorie	13	14	18	20
2 ^e catégorie A.	11	11	13	17
2 ^e catégorie B	10	9	9	4
3 ^e catégorie	2	3	4	4

Dans les mines à grisou de la 1^{re} catégorie, on ne fait plus usage de poudre noire au coupage des voies. Par contre, la consommation d'explosifs de toute espèce s'est élevée de 20 à 23 kilogrammes par 1,000 tonnes de charbon. L'augmentation a surtout porté sur la dynamite, tandis qu'un recul assez accentué, de 9 à 6 kilogrammes, se constate sur la consommation des explosifs de sûreté. La densité du minage a progressé de 18 à 20.

(1) La plus grande partie des observations de MM. les Ingénieurs en chef, se rapportent aux conditions particulières de tel ou tel charbonnage; elles n'ont pas à être reproduites ici; elles n'offrent d'ailleurs d'intérêt qu'accompagnées des tableaux de détails qui ne sont pas livrés à la publicité. Il en résulte que les extraits des rapports sont nécessairement fort écourtés.

Dans les mines à grisou de la 2^e catégorie *A*, la poudre noire est toujours employée au coupage des voies au Couchant-du-Flénu, en vertu de l'arrêté de classement qui accorde dispense de l'article 17 de l'arrêté royal du 13 décembre 1895, pour les travaux supérieurs en comble Sud à Dure-Veine, cette dernière couche non comprise, et en comble Nord à Buisson, cette couche non comprise. Il y a cependant de ce chef une légère amélioration, la consommation de poudre étant tombée de 3 à 2 kilogrammes par 1,000 tonnes de charbon.

Dans les couches de la classe *A*, la consommation d'explosifs de toute espèce au coupage des voies a augmenté dans la proportion de 21 à 27 kilogrammes et la densité du minage s'est élevée de 13 à 17.

Il faut remarquer, à ce sujet, qu'en 1899, trois puits du Bois-de-Boussu étaient rangés dans la catégorie qui nous occupe; comme on n'y faisait pas usage d'explosifs, les moyennes étaient favorablement influencées de ce chef. Il en était de même du puits de Bonne-Veine qui a passé de la 2^e catégorie *A* dans la 2^e catégorie *B* et où l'on consommait relativement peu d'explosifs.

.....

Dans les mines de la 2^e catégorie *B*, on constate une notable amélioration. La consommation d'explosifs par 1,000 tonnes est tombée de 12 à 5 kilogrammes et la densité du minage de 9 à 4. On n'y fait usage que d'explosifs de sûreté.

.....

La situation s'est peu modifiée dans les mines de la 3^e catégorie; bien que la consommation par 1,000 tonnes se soit élevée de 4 à 5 kilogrammes, la densité du minage est restée égale à 4. On n'y fait plus usage que d'explosifs de sûreté, alors qu'en 1899 on employait la dynamite dans les couches en exploitation aux étages supérieurs du charbonnage du Grand-Bouillon. L'emploi des explosifs dans les couches de la 3^e catégorie, qui ne se fait qu'en vertu d'arrêtés de dérogation, est du reste subordonné à des conditions très sévères qui sont de nature à atténuer le danger qui en résulte. Les délégués mineurs font régulièrement une visite de nuit par semaine et me renseignent sur le degré d'exécution de ces arrêtés.

Dans les mines de la 3^e catégorie, on n'a pas miné au coupage des voies aux charbonnages de Belle-Vue et du Bois-de-Saint-Ghislain.

.....

Les renseignements qui résultent de l'examen des tableaux tels qu'ils sont actuellement dressés ne rendent pas bien compte de l'intensité du minage dans les différentes catégories de mines. Le classement

se fait par siège d'extraction ; or, dans de nombreuses exploitations, on déhouille par un même puits, des faisceaux appartenant à diverses catégories et la consommation totale est rapportée à la catégorie la plus grisouteuse. Si le système actuel est maintenu, la prochaine statistique accusera une augmentation purement fictive de la densité du minage dans les couches à dégagements instantanés de grisou : les deux puits du Couchant-du-Flénu viennent en effet d'être classés en 3^e catégorie et on y extrait des couches qui jouissent pour ainsi dire du régime des mines sans grisou et dans lesquelles on mine à la poudre noire, tant à l'abatage du charbon qu'au coupage des voies.

En résumé, la consommation d'explosifs au coupage des voies a augmenté d'une manière générale dans mon arrondissement. En 1899, on consommait 14 kilogrammes d'explosifs de toute espèce pour 1,000 tonnes ; en 1901, ce chiffre s'est élevé à 15 kilogrammes ; cependant l'ouverture moyenne des couches a augmenté de 0^m01.

J'attribue cette augmentation à la tendance qui s'accroît encore, d'agrandir la section des galeries, surtout des costresses principales, dans le but de faciliter le transport à longue distance et d'améliorer la ventilation. C'est une constatation qui a été faite tant par les ingénieurs de district que par les délégués mineurs.

Je pense cependant que, sans nuire à la section des galeries et au remblayage, on pourrait arriver à diminuer la consommation d'explosifs par une réduction de charge des mines. Dans beaucoup de charbonnages, les charges d'explosifs sont exagérées ; il en est qui dépassent souvent un kilogramme, alors qu'il résulte de nombreux renseignements que j'ai recueillis, qu'une charge de 500 grammes suffirait souvent à produire l'effet voulu. Il y a là une fâcheuse tendance contre laquelle il importe de réagir ; c'est pourquoi je propose toujours une clause spéciale à cet effet dans les projets d'arrêtés de dérogation que je sou mets à la Députation permanente. L'éducation des ouvriers se fera peu à peu et les exploitants comprendront qu'il n'y a aucun antagonisme à ce point de vue entre la sécurité et l'économie.

*Extraits d'un rapport de M. J. SMEYSTERS,
Ingénieur en chef Directeur du 3^{me} arrondissement des mines,
à Charleroi.*

Dans les mines sans grisou, la consommation d'explosifs a été moindre que précédemment. La réduction a surtout porté sur la poudre noire qui tend de plus en plus à disparaître pour faire place à la dynamite qu'on emploie toutefois en proportion moindre.

Dans les mines de la 1^{re} catégorie, on observe une augmentation d'explosifs de tous genres, tant pour le coupage des voies, que pour l'abatage de la houille et les travaux préparatoires.

Dans les mines de la 2^{me} catégorie (Classe A), il n'a plus été fait usage de poudre. La dépense en dynamite a été moindre ; elle a été compensée par une augmentation des explosifs de sûreté.

Dans les mines de la 2^{me} catégorie (Classe B), il n'a pas non plus, comme précédemment, été fait usage de poudre. La consommation d'explosifs de sûreté a été plus grande pour le coupage des voies, mais, au total, la quantité de dynamite et d'explosifs de sûreté a été sensiblement la même qu'antérieurement.

Dans les mines de la 3^{me} catégorie, la consommation en explosifs brisants (dynamite et de sûreté) a été plus grande à cause de l'importance qu'ont pris les travaux préparatoires du Charbonnage du Bois-de-Cazier.

D'autre part, le Charbonnage du Bois-de-La Haye, qui en 1900, n'avait plus consommé d'explosifs dans les travaux des sièges n^{os} 3 et 5, a fait usage de dynamite et d'explosifs de sûreté.

*Extraits d'un rapport de M. FINEUSE,
Ingénieur en chef Directeur du 7^{me} arrondissement des mines,
à Liège.*

Sous le rapport des consommations totales, par catégorie de mines, la comparaison des deux années considérées donne les résultats suivants :

	PRODUCTION		EXPLOSIFS		
	EN TONNES		EN KILOG.		
	1899	1901	1899	1901	
Mines sans grisou	24,010	23,300	4,016	3,984	
Mines de 1 ^{re} catégorie	906,230	983,820	58,473	67,512	
Mines de 2 ^{me} »	A	865,020	864,950	33,742	39,924
	B	594,360	561,660	10,798	13,579
	2,389,620	2,433,730	107,029	124,999	

D'où une augmentation totale de 6.6 % par 1,000 tonnes de houille extraite.

Consommation par nature d'explosifs

	1899	1901	1899	1901
			%	%
Poudres lentes	66,042	69,335	61.6	55.5
Dynamite et autres explosifs ordinaires	29,526	27,652	27.6	22.1
Explosifs de sûreté	11,461	28,012	10.8	22.4
	107,029	124,999	100	100

Soit une diminution . . . de 6.1 % en poudres lentes ;
 — — . . . de 5.5 — en dynamite, etc. ;
 — augmentation . . . de 11.6 — en explosifs de sûreté.

Enfin, pour 100 kilog. *de poudres lentes* consommés dans les mines sans grisou, les poids de ces mêmes explosifs employés par 1,000 tonnes de charbon extraites dans les exploitations grisouteuses sont, en kilogrammes :

	1899	1901
1 ^{re} catégorie	30	29
2 ^e » { A	10.8	11
{ B	0.6	1.2

ANNEXE IV.

Circulaire ministérielle du 27 octobre 1900.

L'article 10 de l'arrêté royal du 13 décembre 1895, sur l'emploi des explosifs dans les mines, stipule ce qui suit :

« ART. 20. — Dans tous les cas de dérogation aux articles 9, 11 » et 12 ci-dessus, l'autorité appelée à statuer pourra prescrire telles » conditions qu'elle jugera opportunes, tant au point de vue de la » nature des explosifs qu'à tout autre point de vue intéressant la » sécurité du travail. Elle pourra également prescrire, en toutes » circonstances, qu'il sera tenu à chaque siège d'exploitation, un » registre renseignant à l'avance tous les points détaillés des travaux » où l'on se propose de miner, pour la préparation du chantier du » lendemain. Il y sera fait mention, à la remonte des surveillants du » minage, des points où l'on s'est abstenu de miner et des motifs de » cette abstention. » .

Il est à désirer qu'il soit fait plus généralement usage des facultés accordées par cet article à l'autorité appelée à statuer, notamment *quant à la nature des explosifs* pouvant être prescrits dans les cas de dérogation.

S'il n'est pas possible d'écarter d'une façon absolue, quel que soit l'explosif employé et quelles que soient les autres précautions prises, les dangers inhérents au minage dans les mines grisouteuses ou poussiéreuses, tout au moins peut-on, dans les cas où le minage est reconnu indispensable, se servir de préférence des explosifs avec lesquels ces dangers sont réduits au minimum, c'est-à-dire des *explosifs dits de sûreté*.

Il importerait donc de subordonner à l'emploi exclusif de ceux-ci, les autorisations de minage qu'il serait jugé nécessaire d'accorder, en évitant toutefois de se départir de la plus grande réserve, qui doit toujours être observée, à l'égard de l'octroi de ces autorisations et sans négliger aucune des précautions habituellement prescrites.

L'usage du registre dont il est question dans la deuxième partie de

l'article 23 serait aussi utilement rendu obligatoire dans les cas de dérogations, comme étant de nature à rendre les agents préposés au minage plus circonspects et à les engager à n'utiliser qu'en cas d'absolue nécessité les autorisations accordées.

MM. les Chefs de service de l'Administration des mines voudront bien s'inspirer de ces considérations dans les propositions qu'ils font, aux Députations permanentes des Conseils provinciaux, des conditions auxquelles il y a lieu de subordonner les autorisations d'emploi des explosifs.

Pour la détermination de ce qu'il faut entendre par « explosifs de sûreté » et en l'absence de données plus certaines, ils auront recours à la liste qui est publiée dans les *Annales des Mines de Belgique*, par les soins du service des accidents miniers et du grisou, à l'occasion de la statistique annuelle sur l'emploi des explosifs.

Dans les cas où il serait question de faire usage d'explosifs nouveaux ou non compris dans cette liste et dont le caractère laisserait des doutes au point de vue envisagé dans la présente circulaire, il m'en serait référé.

Le Ministre de l'Industrie et du Travail,
BARON SURMONT DE VOLSBERGHE.

Quelques particularités
ayant accompagné le tir de certaines mines aux
charbonnages réunis de Charleroi.

1° *Puits Sacré-Français* — Le 14 mai 1901, le conducteur des travaux se trouvait à 650 mètres au creusement des envoyages du puits d'extraction ; un des ouvriers, occupé à ce travail, ayant abattu une très grosse pierre, lui demanda de la dépecer à l'aide d'une petite mine.

Le conducteur ayant autorisé, la mine fut battue ; ensuite le boute-feu la chargea avec une demi-cartouche de forcite et un détonateur ; il fixa alors les fils du détonateur à ceux du conducteur électrique, puis il vint faire l'attache des fils de ce dernier aux bornes de la machine électrique.

A trois ou quatre reprises, il essaya de produire l'explosion de la mine, mais ce fut en vain, elle ne partit pas.

Afin d'examiner s'il ne se passait rien d'anormal dans le circuit, le boute-feu détela la machine électrique, la prit en main et s'avança vers la mine.

Il avait fait 3 ou 4 mètres quand la mine sauta.

Le conducteur des travaux et trois ouvriers étaient restés tout le temps près du boute-feu et sont témoins de la relation ci-dessus.

Nous ne pouvons donner aucune explication sur cette explosion tardive.

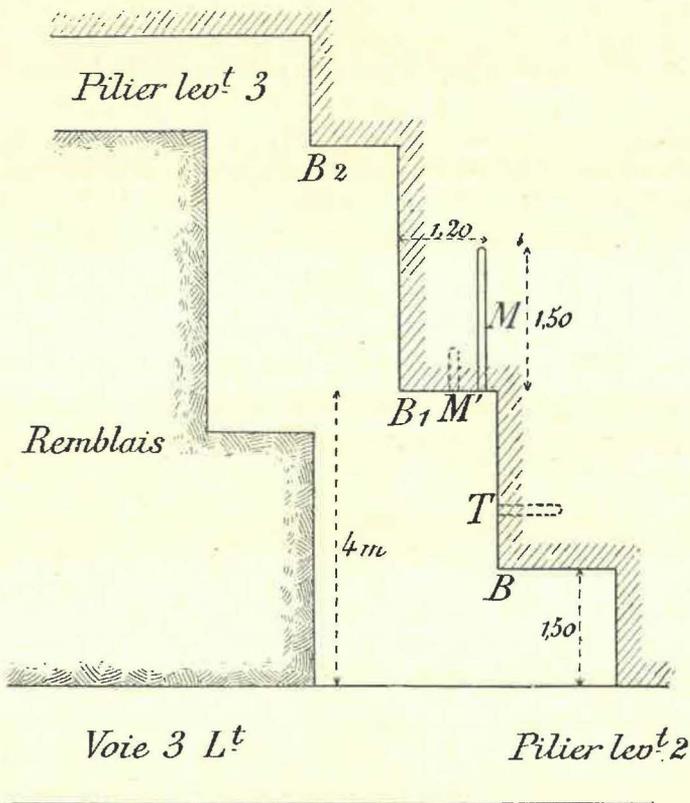
La machine électrique est à rotation et haute tension. Les détonateurs employés sont du type n° 7, dont la charge de fulminate est de 1 1/2 gramme.

2° *Puits des Hamendes*. — Au puits des Hamendes, les explosifs sont employés pour l'abatage de la houille dans la couche Dix-Paumes en exploitation aux étages actuellement ouverts à 86 mètres, 105 mètres, 162 mètres et 200 mètres.

Le 12 juin 1901, par la taille 3 de Dix-Paumes, levant à 162 mètres, un ouvrier avait foré une mine *M* de 1^m50 de longueur environ, qui devait emporter une brèche de 1^m20 de largeur.

Le boute-feu la chargea de quatre cartouches de mélanite et la fit sauter. L'ouvrier constata que la mine n'avait pas produit d'effet ; elle avait fait « canon » et un simple trou tronconique de 0^m40 de profondeur était enlevé à l'entrée de la mine.

Le boute-feu fit partir ensuite deux mines aux brèches *B* et *B*₂,

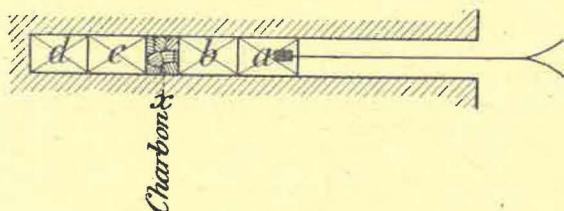


tandis que l'ouvrier était occupé à préparer du bois pour une rallonge.

Environ vingt minutes après l'explosion de la mine *M*, cet ouvrier et un de ses camarades se mirent à forer chacun une mine en *M'* et *T*. Cette dernière, *T*, était dirigée de chassage ; l'autre *M'*, était

parallèle à la mine *M* et à environ 0^m30 à gauche de celle-ci. A peine avait-il foré 5 centimètres, que du trou de la mine *M*, sortit avec violence un jet de fumée et de poussières qui, en quelque sorte poussa violemment les deux ouvriers et les fit tomber dans la voie. Le premier de ces ouvriers avait le dos tourné à la veine pour forer sa seconde mine. Il n'y a pas eu de flammes, d'après les dires des témoins, mais simplement projection violente de poussières et de fumée qui s'échappaient en produisant un bruit assez fort. Voici l'explication possible de cette inflammation tardive :

En bourrant la mine, une certaine quantité de charbon fin ou pulvérulent provenant du forage du fourneau, se sera placée entre deux cartouches. Par suite de solution de continuité dans le chargement des cartouches, les premières *a*, *b*, par exemple, n'étant pas suffisamment fortes pour produire le travail nécessaire à l'abatage du charbon, auront fait « canon ». Le résultat de ce canon a été la



production d'une flamme qui aura communiqué le feu au charbon intercalaire *c*. La combustion de ce charbon aura continué lentement et transmis le feu aux dernières cartouches *c*, *d*, qui auront fusé.

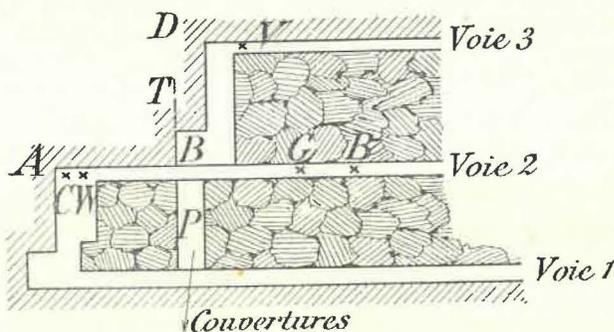
3° *Puits des Hamendes*. — Par la taille 3 levant de Dix-Paumes, à l'étage de 162 mètres, une mine a fusé après explosion, le 30 août 1901.

Un ouvrier avait foré une mine montante de 1^m30 de longueur ; elle avait été chargée à la mélanite et bourrée à l'argile.

Après l'explosion, on constata que tout le charbon n'était pas enlevé, il restait un bout de trou de mine de 0^m70 environ ; le bruit de l'explosion n'avait pas paru aussi fort que d'habitude. Environ 30 minutes après, le boute-feu a voulu, en présence du chef porion, s'assurer de la longueur de la mine restante, afin d'y replacer une nouvelle charge.

A l'introduction de la forette, il s'est produit un fort dégagement de poussière avec un bruissement assez grand. Il n'y a pas eu de flamme. La forette n'était pas arrivée à front du trou quand le dégagement s'est produit.

4° *Puits des Hamendes*. — Un ouvrier occupé, le 4 janvier 1902, à la 2^e taille de Dix-Paumes, couchant à 200 mètres, avait foré un trou de mine *T*, d'une longueur de 1^m70, à la brèche prise sur le bois de voie; le boute-feu l'avait chargé de trois cartouches de mélanite avec bourre d'argile. La cartouche du fond était munie du détonateur. Dans les remblais de la taille 1, nous creusons un plan incliné *P*, qui arrive à la voie 2 et dont la partie inférieure était bouchée par des couvertures en étoupe. A l'explosion de la mine, le boute-feu était avec



un ouvrier de la taille 1, à l'endroit *CW*; l'ouvrier de la taille 2 était en *V* et ceux du plan en *G* et *B*.

Au moment de l'explosion, ces ouvriers ont remarqué une flamme assez grande sortir du trou de mine. Le boute-feu s'approcha et vit dans les gaillettes enlevées par la mine, des flammes rougeâtres et entendit fuser (« chiler », suivant l'expression wallonne). Il descendit le plan, prit une couverture et éteignit la flamme. Le porion arriva à ce moment et constata dans ce qui restait de la mine, une petite flamme, semblable à celle d'un bec de gaz ordinaire et l'éteignit avec la main; il se dégagait une odeur identique à celle de l'explosion d'une mine. Il a visité complètement la partie de voie *AB* et en *D*, et n'a pas trouvé trace de grisou. Le courant d'air est très fort en ce point; il circule au moins 5 mètres cubes d'air; les ouvriers

travaillent avec leur gilet de laine, et n'ont jamais vu de trace de grisou depuis qu'ils sont occupés dans ce chantier. Cette flamme est due à ce que une ou deux des trois cartouches de la charge n'ont pas explosé, mais simplement fusé ; c'est un fait analogue à celui que nous avons déjà constaté deux fois dans ce chantier de Dix-Paumes, à 162 mètres, mais où nous n'avions pas eu inflammation de la poudre décomposée.



STATISTIQUES

CAISSES DE PRÉVOYANCE

EN

FAVEUR DES OUVRIERS MINEURS

EXAMEN

DES

COMPTES DE L'ANNÉE 1900

PAR LA

COMMISSION PERMANENTE (1)

instituée conformément à l'arrêté royal du 17 août 1874,
pris en exécution de l'article 4 de la loi du 28 mars 1368

[33471(493)]

CHAPITRE PREMIER

ENSEMBLE DES OPÉRATIONS DES CAISSES (2)

§ 1. — Renseignements statistiques.

Les établissements affiliés aux six Caisses communes de prévoyance établies dans notre pays en faveur des ouvriers mineurs ont été, en 1900, au nombre de 127.

Ces établissements ont occupé 133,313 ouvriers, soit une différence en plus de 10,182 par rapport à l'année précédente. L'intensité du travail dans nos divers bassins

(1) La commission permanente est actuellement composée comme suit :

- MM. FIRKET (A.), Inspecteur général des Mines, président ;
BRACONIER (F.), vice-président de la Commission administrative de la Caisse de Liège, vice-président ;
FABRY J.-H.), Commissaire d'arrondissement, président de la Commission administrative de la Caisse du Luxembourg, membre ;
FROMONT (E.), Exploitant de Mines, id. ;
GUINOTTE (L.), Vice-président de la Commission Administrative de la Caisse du Centre, id. ;
HEÛIN (Em), Exploitant de Mines, id. ;
LIBERT (J.), ingénieur en chef, Directeur des mines à Namur, id. ;
MARCETTE (A.), Ingénieur en chef, Directeur des Mines, à Mons, id. ;
MATIVA (H.), Vice-président de la Commission administrative de la Caisse du Couchant de Mons, id. ;
ORMAN (E.), Inspecteur général des Mines, id. ;
SMEYSTERS (J), Ingénieur en chef, Directeur des Mines, id. ;
DEJARDIN (L.), Ingénieur en chef des Mines, Directeur à l'administration centrale, membre-secrétaire.

(2) Rapporteur : M. Dejardin.

houillers explique cette énorme majoration qui, bien que générale, se remarque surtout dans le bassin de Charleroi.

Les salaires globaux ont atteint, en 1900, la somme de 184,092,470 francs, supérieure de 40,927,501 francs au chiffre correspondant de 1899. Quant au nombre de journées de travail, de 36,531,756 en 1899, il a passé à 39,946,464 en 1900.

Le gain annuel et le salaire journalier moyen ont été en 1900, respectivement de 1,381 francs et de fr. 4-61, et dépassent donc de 218 francs et de 69 centimes les chiffres déjà si élevés de 1899.

Nous donnons dans le tableau suivant, d'après les rapports annuels des différentes caisses, et pour chacune de celles-ci, les renseignements statistiques que nous venons de résumer.

Nous y avons joint le rappel des cinq années antérieures.

RELEVÉ
DES
RENSEIGNEMENTS STATISTIQUES
POUR L'ANNÉE 1900

Relevé des renseignements

DÉSIGNATION DES CAISSES	Nombre		Nombre de journées de . travail
	d'exploita- tions associées	d'ouvriers occupés	
Caisse de Mons	16	28,850	8,592,836
— de Charleroi	35	48,488	14,573,752
— du Centre	8	18,325	5,439,531
— de Liège	42	33,438	10,187,326
— de Namur	16	3,311	909,749
— du Luxembourg	10	901	243,270
Totaux et nombres moyens	127	133,313	39,946,464
Rappel de 1899	128	123,131	36,531,756
» de 1898	127	123,220	37,139,369
» de 1897	131	120,885	35,792,988
» de 1896	136	120,044	35,782,359
» de 1895	141	119,063	35,414,201

statistiques pour l'année 1900

Montant total des salaires	Salaire moyen		OBSERVATIONS
	par an	par journée	
Fr.	Fr.	Fr.	
34,593,775	1,199	4 03	
72,048,923	1,486	4 94	
26,177,502	1,429	4 81	
45,827,440	1,370	4 50	
4,620,685	1,396	5 08	
824,145	915	3 39	
184,092,470	1,381	4 61	299.6 journées par an.
143,164,969	1,163	3.92	296.7 id. id.
132,515,318	1,075	3 57	301.4 id. id.
121,703,958	1,007	3 36	296.1 id. id.
115,664,064	963	3 23	298.1 id. id.
112,097,389	941	3 17	296.7 id. id.

§ 2. — Recettes et dépenses des Caisses communes de prévoyance.

L'énorme hausse des salaires qui s'est produite en 1900 a eu nécessairement une très heureuse influence sur la situation de nos Caisses de prévoyance.

Leurs recettes ont subi un nouvel et important accroissement. De fr. 3,331,116-98 elles passent à fr. 4,176.351-19, soit une différence en plus de fr. 845,234-21 ou de plus de 25 %.

Quant aux dépenses, elles ont atteint le chiffre de fr. 2,905,427-55, dépassant ainsi de fr. 25,647-52 seulement le chiffre correspondant de 1899.

D'où un nouvel excédent de recettes montant à fr. 1,270,923-64, lequel est venu s'ajouter à l'avoir en réserve et porter celui-ci à fr. 10,387,059-55.

Quant aux charges des Caisses communes, elles sont évaluées à fr. 2,847,209-15, somme supérieure de fr. 27,287-85 à l'estimation de l'année précédente.

Le tableau ci-après renseigne en détail, pour chacune des Caisses, la nature et le montant de leurs recettes et de leurs dépenses.

Comme les années précédentes, nous y avons également fait figurer le mouvement des Caisses particulières de secours des établissements affiliés aux Caisses communes, ainsi que les chiffres de l'avoir et des charges de ces dernières.

OPÉRATION
RECETTE

DÉSIGNATION DES CAISSES	Caisses communes de prévoyance			
	Retenues sur les salaires	Cotisations des exploitants	Subventions de l'Etat	Subventions des provinces
Caisse de Mons.	»	1,041,841 54	11,107 83	2,626 50
— Charleroi	»	1,081,102 64	13,675 74	2,217 00
— Centre	327,331 51	327,331 52	7,206 22	1,395 00
— Liège.	»	925,967 25	(1) 11,396 97	(2) »
— Namur	»	69,323 51	997 81	550 00
— Luxembourg	6,186 09	6,186 09	242 40	870 30
Totaux.	333,517 60	3,451,752 55	44,626 97	7,658 80

(1) Subside de 1899 touché en 1900.

(2) La province de Liège accorde un subside spécial de 15,000 francs pour secourir les ouvriers vieux et infirmes

DÉPENSE

DÉSIGNATION DES CAISSES	Pensions	Secours	Autres dépenses	Frais d'admini- stration
Caisse de Mons.	767,785 92	»	»	15,442 80
— Charleroi	445,753 73	289,198 25	»	16,171 80
— Centre	514,406 20	3,496 80	»	4,752 70
— Liège.	282,285 »	485,899 »	»	9,863 20
— Namur	29,787 »	27,975 70	»	1,972 10
— Luxembourg	10,177 15	»	»	460 00
Totaux	2,050,195 »	806,569 75	»	48,662 80

(1) Plus fr. 68,223-46 pour l'instruction des enfants, subsides à des établissements

(2) Secours en argent.

LES CAISSES.

(FRANCS)

		Caisses particulières de secours			Total général
Autres Recettes	Total	Retenues sur les salaires	Cotisations des exploitants	Total	
34,552 10	1,190,127 97	»	388,125 39	388,125 39	1,578,253 36
52,899 71	1,149,895 09	»	761,018 05	761,018 05	1,910,913 14
53,055 53	716,319 78	132,702 24	132,702 23	265,404 47	981,724 25
89,939 02	1,027,303 24	176,010 »	788,650 »	964,660 »	1,991,963 24
7,286 86	78,158 18	»	40,556 58	40,556 58	118,714 76
1,061 99	14,546 93	8,529 67	3,656 95	12,186 62	26,733 55
38,795 21	4,176,351 19	317,241 91	2,114,709 20	2,431,951 11	6,608,302,30

Dont fr. 3,374-50 plus-value sur titres.

Dont fr. 341-99, intérêts Caisse d'épargne.

(FRANCS)

Totales des Caisses Communes	Caisses particulières de secours	Total général	Avoir au 1 ^{er} janvier 1901 des Caisses communes de prévoyance	Charges annuelles au 1 ^{er} janvier 1901 de ces Caisses
83,228 80	(1)319,901 93	1,103,130 73	3,832,534 16	760,279 10
51,123 80	761,018 05	1,512,141 85	1,912,729 25	726,104 45
22,655 75	(2)199,173 60	721,829 35	1,787,761 78	521,127 60
78,047 20	856,070 »	1,634,117 20	2,560,143 96	771,155 »
59,734 85	40,556 58	100,291 43	252,864 37	57,378 »
10,637 15	13,563 60	24,200 75	41,026 03	11,165 »
305,427 55	2,190,283 76	5,095,711 31	10,387,059 55	2,847,209 15

Hospitaliers, etc., etc.

Le rapport de l'avoir aux charges a été en 1900 de 3.64 à 1, soit par rapport à l'année antérieure une différence en plus de 0.48.

Nous indiquons dans le tableau ci-dessous, pour chacune des Caisses communes, avec rappel des quatre années antérieures, quel a été ce rapport.

CAISSES	1896	1897	1898	1899	1900
Mons	4.07	4.04	4.24	4.51	5.04
Charleroi	2.03	1.95	1.96	2.06	2.63
Centre	3.24	3.13	3.10	3.01	3.43
Liège	3.20	3.10	3.07	3.08	3.32
Namur	4.51	4.27	4.01	4.01	4.41
Luxembourg	2.96	2.95	3.25	3.45	3.67
Moyenne	3.18	3.10	3.13	3.16	3.64

L'amélioration qui s'était marquée en 1899 a été en croissant, et la situation de toutes les Caisses s'est sérieusement consolidée.

Par suite de ses charges très élevées, la Caisse de Liège semble moins favorisée que les autres, exception faite pour celle de Charleroi où les cotisations sont le moins élevées.

Dans le tableau ci-après, nous donnons, comme les années précédentes, le résultat final des opérations de chacune des Caisses.

DÉSIGNATION DES CAISSES	MONTANT		DIFFÉRENCES	
	des recettes	des dépenses	en plus ou boni	en moins ou déficit
	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.
Mons	1,190,127 97	783,228 80	406,899 17	»
Charleroi	1,149,895 09	751,123 80	398,771 29	»
Centre	716,319 78	522,655 75	193,664 03	»
Liège	1,027,303 24	778,047 20	249,256 04	»
Namur	78,158 18	59,734 85	18,423 33	»
Luxembourg	14,546 93	10,637 15	3,909 78	»
Totaux	4,176,351 19	2,905,427 55	1,270,923 64	»
Différence en boni.	1,270,923 64		1,270,923 64	

Comme c'était à prévoir, les bonis de toutes les caisses ont été très importants, les dépenses ayant dépassé de peu celles de l'année précédente, tandis que les recettes augmentaient notablement.

Il nous reste pour terminer ce paragraphe à rechercher quelle a été, dans chacune des Caisses, l'importance des recettes par tête d'ouvrier des établissements affiliés et d'en rapprocher, d'après la même unité, les charges des diverses Caisses.

C'est ce qu'indique le tableau suivant.

**Recettes et charges des Caisses communes de prévoyance
par tête d'ouvrier des établissements affiliés.**

DÉSIGNATION DES CAISSES	RECETTES					MONTANT	
	Retenues sur les salaires	Cotisations des exploitants	Diverses (1)	Total pour 1900	Total de l'année précédente	DES CHARGES	
						1900	1899
	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	
Mons	»	36 11	5 14	41 25	35 97	26 35	27 33
Charleroi	»	22 29	1 42	23 71	20 12	14 97	17 03
Centre	17 86	17 86	3 36	39 08	32 51	28 43	29 65
Liège	»	27 69	3 03	30 72	26 62	23 06	23 99
Namur	»	20 93	2 67	23 60	19 86	17 33	19 95
Luxembourg	6 87	6 87	2 41	16 15	16 93	12 39	12 50
Moyennes	2 50	25 89	2 93	31 32	27 05	21 35	22 92
L'année précédente	2 10	22 07	2 88	27 05	»	22 92	»

(1) Dans les recettes diverses sont comprises les subventions des provinces et de l'Etat. Ce dernier subside a été, comme les années précédentes, réparti entre les diverses caisses, proportionnellement au nombre des ouvriers des établissements affiliés et aux charges des diverses caisses.

Les recettes par tête d'ouvrier ont atteint fr. 31-32 et sont donc supérieures de fr. 4-27 à celles de 1899; les cotisations des exploitants ont contribué à cette augmentation pour fr. 3-82, c'est-à-dire, pour près des neuf dixièmes.

Quant aux charges elles s'élèvent actuellement à fr. 21-35 par tête; elles étaient précédemment de fr. 22-92. Cette diminution est due, non à une réduction dans le nombre et le taux des secours, mais à l'accroissement considérable du nombre des ouvriers des établissements affiliés que nous avons déjà signalé. Sans cette circonstance, on eût constaté également une augmentation plus forte encore des recettes par tête d'ouvrier.

§ 3. — Pensions et secours.

Le tableau ci-après renseigne, par catégories de bénéficiaires, le nombre de personnes secourues par chacune des Caisses communes de prévoyance, ainsi que le montant des sommes qui leur ont été allouées. Il donne également le taux moyen annuel des secours accordés pour chacune des catégories ainsi formées.

DÉSIGNATION DES PERSONNES SECOURUES	NOMBRE DE PERSONNES SECOURUES						
	Mons	Charleroi	Centre	Liège	Namur	Luxembourg	Ensemble
<i>1^o Pensions viagères</i>							
a) Ouvriers mutilés incapables de travailler	1,440	536	962	935	52	40	3,965
b) Veuves d'ouvriers morts par accident et d'ouvriers mutilés incapables de travailler . . .	1,090	663	359	611	88	16	2,827
c) Parents d'ouvriers morts par accident	47	29	213	32	4	8	333
d) Ouvriers vieux et infirmes	1,463	(1)1,934	1,017	(2)3,232	2	38	7,686
e) Veuves d'ouvriers vieux et infirmes	701	80	853	»	»	»	1,634
Ensemble	4,741	3,242	3,404	4,810	146	102	16,445
<i>2^o Pensions temporaires</i>							
f) Enfants d'ouvriers mutilés, de veuves d'ouvriers tués, orphelins de père et de mère d'ouvriers et de veuves d'ouvriers vieux et infirmes; frères et sœurs d'ouvriers tués.	887	794	10	300	46	9	2,046
<i>3^o Secours</i>							
g) Ouvriers blessés; parents d'ouvriers tués et d'ouvriers vieux et infirmes; veuves d'ouvriers idem; autres parents idem; dots de veuves se remariant.	»	1,697	13	18	163	6	1,897
Ensemble	5,628	5,733	3,427	5,128	355	117	20,388

(1) Dont 265 ouvriers vieux ou infirmes, simplement secourus pour une somme de fr. 25,284-90.

(2) Dont 1,323 âgés de moins de 60 ans assimilés aux vieux ouvriers.

(3) Gratifications à des veuves remariées.

MONTANT DES PENSIONS ET DES SECOURS							MOYENNE des pensions et des secours par personne						
Mons	Charleroi	Centre	Liège	Namur	Luxembourg	Ensemble	Mons	Charleroi	Centre	Liège	Namur	Luxembourg	Ensemble
14,189 95	114,029 36	173,233 20	164,569 »	11,860 »	5,378 55	783,260 06	218	213	180	176	228	134	197
53,489 42	135,552 50	49,840 »	94,700 »	15,878 70	2,061 10	451,521 72	141	204	139	155	180	129	160
7,022 »	3,372 79	22,938 »	4,392 »	765 »	465 »	38,954 79	149	116	108	137	191	58	117
207,061 60	176,604 09	194,903 »	482,774 »	240 »	1,812 50	1,063,395 19	141	91	192	151	120	48	138
50,370 92	1,987 71	72,808 »	»	»	»	125,166 63	72	24	85	»	»	»	77
732,133 89	431,546 45	513,722 20	746,435 »	28,743 70	9,717 15	2,462,298 39	154	133	151	155	197	95	150
35,652 03	39,492 18	684 »	18,624 »	1,283 »	210 »	95,945 21	40	50	68	62	28	30	47
»	263,913 35	(3) 3,496 80	3,125 »	27,736 »	250 »	298,521 15	»	155	269	173	170	42	157
767,785 92	734,951 98	517,903 »	768,184 »	57,762 70	10,177 15	2,856,764 75	136	128	151	150	163	87	140

Si l'on compare ce tableau aux chiffres correspondants de 1899, on constate une augmentation de 208 personnes secourues.

Cette augmentation résulte, comme les années précédentes, de l'accroissement du nombre des pensions accordées aux vieux ouvriers et à leurs veuves, nombre qui a passé de 9,004 en 1899 à 9,320 en 1900.

Toutes les Caisses, sauf celle de Namur, ont contribué à ce résultat; celles de Mons et du Centre, en ce qui concerne les pensions de veuves, de Liège et de Charleroi, quant aux pensions d'ouvriers invalides, se remarquent particulièrement à cet égard.

Le nombre des simples secours accordés en 1900 ne dépasse que de 20 celui des indemnités de même nature afférentes à 1899. C'est à l'actif de la Caisse de Charleroi seule que doit être portée cette augmentation.

Nous consignons dans le tableau ci-après le nombre total des personnes secourues par chaque Caisse, en 1899 et en 1900, ainsi que les taux moyens des secours qui leur ont été alloués.

CAISSES	Nombre d'ouvriers pensionnés ou secourus				Moyenne des pensions et des secours			
	1900	1899	En plus	En moins	1900	1899	En plus	En moins
					Fr.	Fr.	Fr.	Fr.
Mons	5,628	5,664	»	36	136	135	1	»
Charleroi	5,733	5,679	54	»	128	130	»	2
Centre.	3,427	3,390	37	»	151	150	1	»
Liège	5,128	4,985	143	»	150	149	1	»
Namur	355	349	6	»	163	165	»	2
Luxembourg	117	113	4	»	87	92	»	5
Sur l'ensemble	20,388	20,180	244	36	140	140	»	»

Nous avons comme les années précédentes, séparé dans les compte-rendus des différentes Caisses communes les secours afférents à l'invalidité et à la vieillesse de ceux qui sont alloués à la suite d'accidents. Cette répartition nous a permis de dresser le tableau ci-après, où nous avons rappelé en outre les résultats correspondants des six années antérieures.

DÉSIGNATION DES CAISSES	Secours distribués à la suite d'accidents			
	Personnes secourues		Sommes allouées	
	Nombre total	En % du nombre des ouvriers occupés	Globales	Par tête de personne secourue
		%	Fr.	Fr.
Mons	3,464	12.0	510,353 40	147 38
Charleroi	3,714	7.7	556,228 90	149 27
Centre	1,537	8.5	250,192 »	160 63
Liège	1,896	5.7	285,410 »	150 48
Namur	353	10.7	57,522 70	162 94
Luxembourg	76	8.4	8,364 65	110 05
Totaux et moyennes	11,060	8.29	1,668,071 65	150.82
Rappel de 1899	11,170	9.07	1,670,895 05	149 58
» 1898	11,230	9 11	1,664,652 69	148 20
» 1897	11,194	9 27	1,653,040 94	147 67
» 1896	11,012	9 17	1,609,358 97	147 97
» 1895	10,879	9 13	1,565,641 07	143 91
» 1894	10,693	9 11	1,515,297 58	142 »

Secours résultant de la vieillesse ou de l'infirmité				RÉPARTITION en % des secours globaux		RAPPORT % du montant des secours aux chiffres globaux des salaires	
Personnes secourues		Sommes allouées		Par suite d'accidents	Par suite d'invalidité	Accidents	Invalidité et vieillesse
Nombre total	En % du nombre des ouvriers occupés	Globales	Par tête de personne secourue				
	%	Fr.	Fr.	%	%	%	%
2,164	7.5	257,432 52	118 98	66.48	33.52	1.48	0.74
2,019	4.2	178,723 08	88 52	75.68	24.32	0.77	0.25
1,870	10.2	267,711 »	143 14	48.30	51.70	0.96	1.02
3,232	9.7	482,774 »	149 35	37.16	62.84	0.62	1.05
2	0.06	240 »	120 »	99.63	0.37	1.25	0.005
38	4.2	1,812 50	47 69	82.19	17.81	1.01	0.22
9,325	7.00	1,188,693 10	127 47	58.39	41.61	0.91	0.65
9,010	7.32	1,160,930 36	128 84	59.00	41.00	1.17	0.81
8,719	7.08	1,110,832 35	126 38	59.98	40.02	1.26	0.84
8,247	6.82	1,059,393 66	128 46	6.09	39.1	1.36	0.87
7,745	6.45	999,807 79	133 72	61.7	38.3	1.39	0.86
7,389	6.20	947,619 14	129 12	62.3	37.7	1.40	0.85
6,830	5.80	870,916 41	128 »	63.5	36.5	1.38	0.83

Il résulte de l'examen de ce tableau que, comparé à l'effectif ouvrier des mines affiliées, le nombre de personnes secourues par les six Caisses communes a atteint en 1900, 15.29 % de cet effectif; que les secours d'invalidité et de vieillesse s'élèvent à 41.61 % des sommes globales dépensées; enfin que l'industrie charbonnière a consacré en secours, par l'intermédiaire des caisses communes, une somme équivalente à 1.56 % des salaires totaux de l'année considérée. La part afférente à la réparation des accidents n'entre dans ce total que pour 0.91 %.

L'accroissement des secours accordés aux ouvriers vieux ou infirmes et à leurs veuves s'est poursuivi.

De 1894 à 1900 le nombre des ouvriers de ces catégories a passé de 6,830 à 9,325, soit une augmentation de 36.5 %; les sommes qui leur ont été allouées et qui étaient en 1894 de fr. 870,916-41 se sont élevées en 1900 à fr. 1,188,693-10, soit une augmentation de fr. 317,776-69 ou également de près de 36.5 %. C'est dire que l'augmentation du nombre des personnes secourues n'a eu aucune conséquence sur le taux des secours qui étaient alloués primitivement à cette catégorie de bénéficiaires.

En résumé, augmentation considérable des recettes, conséquence du relèvement des salaires; diminution des secours accordés aux victimes d'accidents de travail, résultat du moindre nombre de ces derniers; consolidation de la situation financière des Caisses malgré l'accroissement persistant des secours accordés à l'invalidité et à la vieillesse, tel est le bilan des Caisses communes de prévoyance pendant l'année 1900.

§ 4. — Recettes et dépenses des Caisses particulières de secours.

Les recettes des Caisses particulières de secours des charbonnages, auxiliaires des Caisses communes de prévoyance, ont atteint en 1900, fr. 2,431,951-11, dont fr. 317,241-91 proviennent de retenues sur salaires.

Ces retenues, on l'a déjà dit, s'opèrent dans les charbonnages du Centre (où, de même que pour la contribution à la Caisse commune, le mode d'alimentation par moitié a été maintenu), et dans quelques charbonnages et établissements affiliés à la Caisse de Liège.

Le chiffre global des recettes est de fr. 305,351-61 supérieur à celui de 1899.

Quant aux dépenses, elles ont été de fr. 2,190,283-76; elles dépassent de fr. 145,085-40 celles de l'année précédente.

Sauf pour la Caisse de Luxembourg dont les recettes ont un peu faibli, il y a eu partout augmentation aussi bien des recettes que des dépenses, mais particulièrement des premières; cette augmentation a été surtout marquée à Charleroi où elle a atteint fr. 61,157-51 tant pour les recettes que pour les dépenses.

Le tableau ci-après indique, par nature, les dépenses des Caisses particulières rattachées à chacune des six Caisses communes.

DÉSIGNATION DES SECOURS							
	Mons	Charleroi	Centre	Liège	Namur	Luxembourg	ENSEMBLE
Argent	199,388 38	367,287 75	199,173 60	498,430 »	20,920 79	5,444 45	1,290,644 97
Médicaments.	7,377 29	122,825 03	»	177,080 »	6,766 18	»	314,048 50
Charbon, vivres et divers	15,494 66 ⁽¹⁾	89,273 97 ⁽²⁾	»	62,770 »	4,175 38	»	171,714 01
Médecins	97,641 60	181,631 30	» ⁽³⁾	117,790 »	8,694 23	8,119 15 ⁽⁴⁾	413,876 28
Totaux	319,901 93	761,018 05	199,173,60	856,070 »	40,556 58	13,563 60	2,190,283 76

(1) Non compris fr. 68,223-46 alloués à titre de subside à divers établissements hospitaliers, pour l'instruction d'enfants d'ouvriers, distribution gratuite de charbon, etc.

(2) Y compris fr. 29,142-42 pour frais d'entretien dans les hôpitaux.

(3) Le service médical des charbonnages du Centre est organisé en dehors des caisses particulières de secours.

(4) Y compris les médicaments.

Nous pouvons en déduire le montant de ces secours par tête d'ouvrier des établissements affiliés. C'est ce qu'indique le tableau suivant :

CAISSES	Nombres d'ouvriers	Montant des secours par tête d'ouvrier
		Fr.
Mons.	28,850	11 09
Charleroi	48,488	15 69
Centre	18,325	10 86
Liège	33,438	25 60
Namur	3,311	12 25
Luxembourg	901	15 05
Totaux et moyennes	133,313	16 43

Si à ce chiffre on ajoute la somme de fr. 21-43 égale au montant des pensions et secours accordés par les Caisses communes, calculé d'après la même base, on constate qu'il a été dépensé en secours de toute espèce, par tête d'ouvrier des établissements affiliés, une somme de fr. 37-86, équivalente à 2.74 % du gain annuel moyen.

La production des mines de houille du pays ayant été en 1900 de 23,462,817 tonnes, c'est de 21.5 centimes à la tonne qu'a été grevé de ce chef le prix de revient.

Si les chiffres qui précèdent sont inférieurs à ceux de l'année précédente, la cause doit en être trouvée dans l'augmentation considérable du nombre des ouvriers des établissements affiliés, ainsi que dans l'élévation rapide du montant des salaires.

§ 5. — Accidents déclarés par les Sociétés affiliées.

336 accidents, dont 126 mortels et 211 ayant occasionné des blessures plus ou moins graves, ont été déclarés en 1900 aux Caisses communes de prévoyance.

Ils se répartissent comme suit :

Mons	61 accidents	dont 26 mortels.		
Charleroi . .	199	id.	63	id.
Centre. . . .	4	id.	1	id.
Liège	54	id.	28	id.
Namur	15	id.	7	id.
Luxembourg .	3	id.	1	id.

52 personnes ont, en outre, été secourues en 1900 par la Caisse de Mons, pour accidents survenus antérieurement. A Charleroi, les 199 accidents renseignés comprennent 91 ouvriers blessés en 1899, mais qui n'ont été signalés à la Caisse que l'année suivante.

Par comparaison avec les chiffres correspondants de 1899, nous constatons une augmentation de 24 pour les accidents mortels et une diminution de 26 du nombre des blessés.

De même que 1899, l'année 1900 a été exempte de catastrophes meurtrières.

Nous indiquons dans le tableau suivant les chiffres de 1900 comparés à ceux des cinq années précédentes.

ANNÉES	NOMBRE				
	d'accidents	de tués	de blessés	de victimes	d'ouvriers affiliés
1895	389	142	248	390	119,063
1896	375	117	258	375	120,044
1897	414	111	305	416	120,885
1898	408	134	274	408	123,220
1899	339	102	237	339	123,131
1900	336	126	211	337	133,313
Nombre proportionnels par 1,000 ouvriers affiliés					
1895	3 3	1 2	2 1	3 3	1,000
1896	3 12	0 97	2 15	3 12	1,000
1897	3 42	0 92	2 52	3 44	1,000
1898	3 31	1 09	2 22	3 31	1,000
1899	2 76	0 83	1 93	2 76	1,000
1900	2 52	0 95	1 59	2 54	1,000

Le chiffre total des accidents, déjà faible en 1899, a encore diminué en 1900. Malheureusement le nombre des ouvriers tués a été beaucoup plus considérable que l'année précédente.

§ 6. — Renseignements rétrospectifs.

De même que dans les rapports antérieurs, nous réunissons dans les trois tableaux qui suivent, pour la période décennale 1891-1900, les nombres d'ouvriers des établissements affiliés à chacune des Caisses communes, ainsi que le mouvement de leurs opérations.

De 1891 à 1900, les recettes ont augmenté de près de 54 % et les cotisations des exploitants de plus de 73 %, tandis que les retenues sur salaires ont diminué de 24 % environ.

Les pensions et secours ont suivi également une marche ascendante; pris dans leur ensemble, ils ont cru de près de 37 %.

Il en a été de même des charges, qui en 1900 dépassent de 40 % celles de 1891; ce nonobstant, l'avoir en réserve a augmenté de près de 47 %, grâce à la situation favorable des dernières années.

Quant au nombre d'ouvriers des établissements affiliés, il a subi également une augmentation notable; ce nombre a passé de 117,265 en 1891 à 133,313 en 1900.

Nombres d'ouvriers des établissements affiliés

ANNÉES	Mons	Charleroi	Centre	Liège	Namur	Luxembourg	Ensemble
1891. . .	29,615	37,393	16,708	29,724	3,255	570	117,265
1892. . .	27,355	39,487	16,619	29,437	2,930	592	116,420
1893. . .	26,377	39,136	16,581	29,338	2,694	571	114,697
1894. . .	27,198	40,804	16,914	29,164	2,619	660	117,359
1895. . .	27,449	41,890	17,074	29,297	2,639	714	119,063
1896. . .	28,002	42,157	16,956	29,650	2,553	726	120,044
1897. . .	27,955	42,191	16,729	30,466	2,729	815	120,855
1898. . .	28,054	43,525	17,051	30,869	2,879	842	123,220
1899. . .	27,775	43,031	17,246	31,294	2,925	860	123,131
1900. . .	28,850	48,488	18,325	33,438	3,311	901	133,313

RECETTES DE				
ANNÉES	Caisses communes de prévoyance			
	Retenues sur les salaires	Cotisation des exploitants	Subventions de l'Etat	Subventions des provinces
1891	414,649 13	1,989,828 87	44,306 37	9,800 »
1892	215,224 39	2,155,089 88	45,200 86	9,791 »
1893	193,955 90	1,985,339 88	45,208 08	9,791 »
1894	206,405 34	2,111,823 01	44,971 52	9,755 »
1895	214,122 72	2,163,455 95	45,255 57	6,692 »
1896	216,502 18	2,218,194 00	44,908 68	6,663 »
1897	222,471 85	2,314,799 71	44,434 09	7,674 50
1898	240,815 13	2,532,662 35	43,992 01	6,981 »
1899	258,712 13	2,717,373 97	44,460 19	6,775 »
1900	333,517 60	3,451,752 55	44,626 97	7,658 86
DÉPENSES DE				
ANNÉES	Pensions	Secours	Autres dépenses	Frais d'administration
1891	1,504,204 29	578,338 37	13,737 01	43,884 »
1892	1,577,614 65	598,342 75	»	43,614 64
1893	1,703,195 40	621,240 75	»	46,857 93
1894	1,756,005 44	630,209 05	(1) 1,760 »	53,069 77
1895	1,840,886 41	672,373 80	1,178 »	50,451 85
1896	1,912,070 39	697,096 37	»	44,180 09
1897	1,963,590 20	748,844 40	»	45,972 67
1898	2,008,744 29	766,740 75	»	45,729 14
1899	2,032,727 86	799,097 55	»	47,954 62
1900	2,050,195 »	806,569 75	»	48,662 80

(1) Moins-value sur titres de la caisse du Centre.

CAISSES (en francs)					
		Caisses particulières de secours			TOTAL
Autres recettes	TOTAL	Retenues sur les salaires	Cotisations des exploitants	TOTAL	GÉNÉRAL
257,495 29	2,716,079 66	356,409 96	1,561,895 21	1,918,305 17	4,634,384 83
288,227 60	2,713,533 73	321,208 64	1,693,579 01	2,014,787 65	4,728,321 38
289,263 40	2,523,537 46	257,450 38	1,550,467 39	1,807,917 77	4,331,455 23
300,106 28	2,673,061 15	256,607 06	1,550,647 28	1,807,254 34	4,480,315 49
290,977 38	2,729,503 62	254,404 72	1,651,471 46	1,905,876 18	4,635,379 80
290,196 91	2,776,464 77	269,066 20	1,627,662 64	1,896,728 84	4,674,158 86
292,023 70	2,881,403 85	269,048 98	1,600,373 41	1,869,422 39	4,750,826 24
301,527 01	3,125,977 50	304,563 76	1,681,586 81	1,986,150 57	5,112,128 07
303,795 69	3,331,116 98	323,053 91	1,803,545 59	2,126,599 50	5,457,716 48
338,795 21	4,176,351 19	317,241 91	2,114,709 20	2,431,951 11	6,608,302 30

CAISSES (en francs)				
Total des caisses communes	Caisses particulières de secours	TOTAL GÉNÉRAL	Avoir au 31 décembre des caisses communes de prévoyance	Charges annuelles au 31 décembre de ces caisses
2,140,164 27	1,900,607 13	4,040,771 40	7,071,095 »	2,026,564 44
2,219,572 04	2,034,215 28	4,253,787 32	7,565,046 78	2,180,340 58
2,371,294 13	1,845,663 44	4,216,957 57	7,717,290 11	2,266,816 91
2,441,044 06	1,849,947 22	4,290,991 48	7,949,307 »	2,390,219 55
2,564,890 06	1,979,630 81	4,544,520 87	8,113,920 74	2,491,774 31
2,653 346 85	1,898,528 44	4,551,875 29	8,237,038 66	2,592,842 16
2,758,407 27	1,838,145 80	4,596,553 07	8,360,035 24	2,699,379 11
2,821,214 18	1,944,928 45	4,877,142 63	8,664,798 96	2,767,912 65
2,879,780 03	2,045,198 36	4,924,978 39	9,116,135 91	2,819,921 30
2,905,427 55	2,190,283 76	5,095,711 31	10,387,059 55	2,847,209 15

CHAPITRE II

OPÉRATIONS DE CHACUNE DES CAISSES DE PRÉVOYANCE
ET DES CAISSES DE SECOURS

CAISSE DE MONS (1)

Le nombre d'établissements associés est de dix-huit, y compris le charbonnage du Levant de Mons, inactif depuis le 16 juin 1880.

Dans son rapport pour 1899, la Commission administrative de la Caisse a cessé de compter ce charbonnage parmi les établissements associés. Le nombre de ceux-ci ne serait ainsi que de dix-sept, à savoir :

Quatorze sociétés charbonnières.

Un entrepreneur de transports par chevaux ;

L'État belge, pour les chemins de fer du Haut et du Bas Flénu et de Frameries à Saint-Ghislain ;

L'État belge, pour les Délégués à l'inspection des travaux souterrains des mines de houille affiliées.

D'après les renseignements fournis par les associés :

Le nombre des ouvriers occupés en 1900,	
a été de	28,850 »
Celui des journées de travail de	8,592,836 »
Le montant des salaires de fr.	34,593,774 50
Le salaire moyen annuel de l'ouvrier,	
de fr.	1,199 09
Son salaire moyen journalier, de . fr.	4 026

(1) Rapporteur M. J. De Jaer.

Le tableau suivant permet d'établir, en ce qui concerne les mêmes éléments, des comparaisons avec les résultats des cinq années antérieures.

ANNÉES	Nombres		Montant des salaires	Salaire moyen	
	d'ou- vriers	de journées		annuel	journai- lier
			Fr.	Fr.	Fr.
1895	27,449	8,105,051	23,028,578	837 80	2 84
1896	28,002	8,288,810	23,808,490	849 52	2 87
1897	27,955	7,736,052	23,579,903	843 50	3 05
1898	28,054	8,328,741	26,844,875	956 90	3 22
1899	27,775	8,197,147	28,791,099	1,036 58	3 51
Moyennes . .	27,847	8,131,160	25,210,589	905 32	3 10
1900	28,850	8,592,836	34,593,774	1,199 09	4 026

Par rapport à l'exercice 1899, il y a eu, en 1900 :

Augmentation de :

1,075 , dans le nombre des ouvriers ;

395,689 , dans celui des journées ;

Fr. 5,802,675-00 , dans le montant des salaires ;

Fr. 162-51 , dans le salaire moyen annuel ;

Fr. 0-516, dans le salaire moyen journalier.

Comparés à la moyenne de la période quinquennale précédente, le salaire moyen annuel et le salaire moyen journalier de l'ouvrier de toutes catégories sont, en 1900, supérieurs respectivement de fr. 293-77 et de fr. 0-926.

A. — Caisses communes de prévoyance. — (Caisse des accidents et Caisse de retraite.)

Pendant l'année 1900, les recettes se sont élevées à la somme de fr. 1,190,127-97, se décomposant dans les trois postes suivants :

Sommes versées par les affiliés :	
Cotisation à la Caisse des accidents fr.	692,223 49
Cotisation à la Caisse de retraite fr.	346,112 19
Subvention extraordinaire (art. 8 des statuts) fr.	3,505 86
	<hr/>
	fr. 1,041,841 54
Subsides :	
État fr.	11,107 83
Province. fr.	2,388 »
Reliquat, par suite du décès de divers ayants-droit, de la somme allouée, en 1899, par le Conseil provincial de Hainaut, à titre d'intervention de la Province, dans la pension de certaines catégories de vieux ouvriers fr.	
	238 50
	<hr/>
	fr. 13,734 33
Intérêts des capitaux placés fr.	134,552 10
	<hr/>
Fr.	1,190,127 97

La somme inscrite par le Conseil provincial de Hainaut, à son budget de 1900, en faveur des vieux ouvriers, a été, comme précédemment, de 35,000 francs, dont, pour sa part, la Caisse du Couchant de Mons, a touché fr. 12,745-50.

Les dépenses, pendant l'exercice 1900, ont été de fr. 783,228-80, se subdivisant comme suit :

Pensions et secours :	
Caisse des accidents	fr. 510,353 40
Caisse de retraite,	
Vieux ouvriers fr. 207,061 60	
Veuves de vieux	
ouvriers . fr. 50,370 92	
	————— fr. 257,432 52
	————— fr. 767,785 92
Frais d'administration	fr. 15,442 88
	—————
	Fr. 783,228 80

Les tableaux suivants donnent les relevés des recettes et des dépenses pour les années 1895 à 1899 et pour l'année 1900 :

I. — *Ensemble des deux caisses*

ANNÉES	Recettes	Dépenses	Excédent des recettes sur les dépenses
	Fr.	Fr.	Fr.
1895	839,784 26	714,816 34	124,967 92
1896	860,698 48	737,753 09	122,945 39
1897	859,190 03	763,241 18	95,948 85
1898	953,729 90	781,206 33	172,523 57
1899	999,168 92	784,677 29	214,491 63
Moyennes	902,514 32	756,338 85	146,175 47
1900	1,190,127 97	783,228 80	406,899 17

II. — *Caisse des accidents.*

ANNÉES	Recettes	Dépenses	Excédent des recettes sur les dépenses
	Fr.	Fr.	Fr.
1895	592,659 71	506,579 73	86,079 98
1896	603,984 43	515,875 53	88,108 90
1897	603,362 85	532,468 72	70,894 13
1898	664,802 45	542,348 42	122,454 03
1899	691,091 26	534,439 29	156,651 97
Moyennes . . .	631,180 14	526,342 34	104,837 80
1900	819,859 09	525,796 28	294,062 81

III. — *Caisse de retraite.*

ANNÉES	Recettes	Dépenses	Excédent des recettes sur les dépenses
	Fr.	Fr.	Fr.
1895	247,124 55	208,236 61	38,887 94
1896	256,714 05	221,877 56	34,836 49
1897	255,827 18	230,772 46	25,054 72
1898	288,927 45	238,857 91	50,069 54
1899	308,077 66	250,238 00	57,839 66
Moyennes . . .	271,334 18	229,996 51	41,337 67
1900	370,268 88	257,432 52	112,836 36

L'avoir social était, en 1895, de fr. 2,819,725-55, se répartissant comme suit entre les deux caisses :

Caisse des accidents . . . fr.	2,308,960 97
Caisse de retraite.	510,764 58

Il s'est accru d'année en année, des excédents indiqués aux tableaux II et III, et il est devenu successivement :

ANNÉES	CAISSE des accidents	CAISSE de retraite	Ensemble
	Fr.	Fr.	
1896	2,397,069 87	545,601 07	2,942,670 94
1897	2,467,964 »	570,655 79	3,038,619 79
1898	2,590,418 03	620,725 33	3,211,143 36
1899	2,747,070 »	678,564 99	3,425,634 99
1900	3,041,132 81	791,401 35	3,832,534 16

L'avoir général de la Caisse, au 31 décembre 1900, était donc de fr. 3,832,534-16.

Le montant des charges à la même date s'élevait à la somme de fr. 760,279-10.

Cette dernière somme se subdivisait entre les deux Caisses de la manière ci-après :

Caisse d'accidents fr.	498,529-80	pour 3,158	titulaires.
Caisse de retraite . . .	261,749-30	pour 2,053	titulaires.

Les trois tableaux suivants donnent la répartition des pensions en viagères et temporaires, le nombre et le montant des pensions pour chacune des deux caisses, pendant la période de 1895 à 1900, ainsi que leur détail pour les années 1899 et 1900.

1° Répartition des pensions.

ANNÉES	Pensions viagères		Pensions temporaires	
	Nombre	Montant	Nombre	Montant
		Fr.		Fr.
1895	4,156	651,653 96	1,055	42,004 81
1896	4,358	681,870 71	1,072	41,861 59
1897	4,525	707,183 09	1,091	41,689 54
1898	4,642	724,266 51	1,062	41,714 97
1899	4,696	730,277 51	968	37,989 30
Moyennes	4,475	699,050 36	1,050	41,052 04
1900	4,741	732,133 89	887	35,652 03

2° Nombre et montant des pensions.

ANNÉES	NOMBRE de personnes pensionnées			MONTANT DES PENSIONS			
	Caisse des accidents	Caisse de retraite	Total	Caisse des accidents	Caisse de retraite	Ensemble des deux caisses	par personne
				Fr.	Fr.	Fr.	Fr.
1895	3,565	1,646	5,211	485,422 16	208,236 61	693,658 77	133 11
1896	3,645	1,785	5,430	501,854 74	221,877 56	723,732 30	133 28
1897	3,728	1,888	5,616	518,100 17	230,772 46	748,872 63	133 35
1898	3,723	1,981	5,704	527,123 57	238,857 91	765,981 48	134 29
1899	3,597	2,067	5,664	518,028 81	250,238 »	768,266 81	135 64
Moyennes	3,652	1,873	5,525	510,105 89	229,996 51	740,102 40	133 95
1900	3,464	2,164	5,628	510,353 40	257,432 52	767,785 92	136 42

3° *Détail des pensions en 1899 et en 1900.*

DÉSIGNATION DES PERSONNES SECOURUES		Nombre des pensionnés		Montant des secours	
		1899	1900	1899	1900
Caisse des accidents	A. <i>Pensions viagères</i>			Fr.	Fr.
	Ouvriers mutilés et incapables de travail	1,461	1,440	314,635 40	314,189 95
	Veuves d'ouvriers ayant péri par accident . .	1,121	1,090	158,249 77	153,489 42
	Parents d'ouvriers tués.	47	47	7,154 34	7,022 »
	B. <i>Pensions temporaires</i>				
	Enfants et orphelins .	968	887	37,989 30	35,652 03
Caisse de retraite	<i>Pensions viagères.</i>				
	Vieux ouvriers . . .	1,443	1,463	204,601 79	207,061 60
	Veuves de vieux ouvriers	624	701	45,636 21	50,370 92
	Totaux . . .	5,664	5,628	768,266 81	767,785 92

B. — Caisses particulières de secours.

Les cotisations ouvrières interviennent dans le budget de certaines Caisses. Mais les relevés fournis dans son rapport par la Commission administrative ne comprennent que la partie des recettes et des dépenses afférentes aux Sociétés affiliées. Au nombre des dites dépenses se trouvent les honoraires du personnel du service de santé.

Le tableau suivant fait connaître le montant des dépenses des Caisses particulières de secours, ainsi que le détail de ces dépenses pendant les années 1895 à 1900 :

ANNÉES	Montant des secours			Honoraires des médecins	DÉPENSES TOTALES
	Argent	Médica- ments	Charbon et objets divers		
	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.
1895 . . .	221,664 37	11,250 73	31,855 69	91,289 55	356,060 34
1896 . . .	244,378 72	12,338 31	32,269 93	90,833 65	379,820 61
1897 . . .	183,164 59	6,039 82	20,698 37	88,454 85	298,357 63
1898 . . .	178,583 06	6,770 75	14,800 50	90,275 20	290,429 51
1899 . . .	189,720 22	7,035 19	12,968 74	89,145 05	298,869 20
Moyennes.	203,502 19	8,686 96	22,518 65	89,999 66	324,707 46
1900 . . .	199,388 38	7,377 29	15,494 66	97,641 60	319,901 93

Dans les chiffres ci-dessus, ne sont pas comprises diverses allocations consacrées à des œuvres spéciales et étrangères aux caisses particulières de secours, à savoir :

ANNÉES	SUBSIDES			Charbon distribué gratuitement	Subside à une caisse non statutaire	ENSEMBLE
	aux écoles	aux Petites Sœurs des Pauvres	à l'hôpital de Irameries			
	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.
1895 . . .	25,451 27	4,710 »	3,600 »	9,018 20	6,000 »	48,779 47
1896 . . .	23,842 39	5,154 »	3,900 »	10,212 30	6,000 »	49,108 69
1897 . . .	24,202 »	4,992 50	3,900 »	4,527 29	5,500 »	43,121 79
1898 . . .	26,930 39	5,061 »	4,460 »	4,278 »	3,000 »	43,729 39
1899 . . .	27,679 52	4,963 50	4,460 »	13,855 50	»	50,958 52
Moyennes .	25,621 11	4,976 20	4,064 »	8,378 26	4,100 »	47,139 57
1900 . . .	26,831 16	5,076 50	5,960 »	30,355 80	»	68,223 46

Il existe dans quelques Sociétés des Caisses spéciales alimentées par des ouvriers et qui fournissent à leurs membres des secours en cas de maladie, de chômage, etc. L'une d'entre-elles a été subsidiée par la Société jusqu'en 1898.

CAISSE DE CHARLEROI (1)

Le nombre des sociétés affiliées à la Caisse de prévoyance de Charleroi pendant l'exercice écoulé s'est élevé à 35 par suite de la remise en activité du charbonnage du Bois de Cazier. Il en résulte que celui des Sociétés minières ayant adhéré aux statuts de cette Caisse et qui sont restées inactives a été ramené à six.

Comme précédemment l'institution a fait face aux obligations contractées par elle antérieurement.

Le nombre global d'ouvriers employés en 1900 dans les mines ressortissant à la Caisse de Charleroi, s'est élevé à 48,488, alors qu'il n'avait été que de 43,031 en 1899. Il y

(1) Rapporteur M. J. SMEYSTERS

a donc en faveur de 1900 une majoration de 5,457 ouvriers, majoration qu'explique la situation favorable de l'industrie charbonnière, pendant la période considérée.

Ce personnel a touché en salaires fr. 72,048,922-87 pour 14,573,752 journées de travail. Comparativement à l'exercice précédent, le nombre de journées de travail est en augmentation de 1,723,046 et la différence des salaires payés atteint le chiffre élevé de fr. 18,535,210-17.

Il résulte de ces données que le salaire moyen, qui était de fr. 1,243-60, est passé en 1900 à fr. 1,485-91, réalisant ainsi une plus-value de fr. 242-31 sur la précédente année.

Cette majoration représente 19.49 % des salaires payés en 1899, alors que ces derniers n'avaient dépassé que de 10.73 % seulement ceux de l'année antérieure. Ces chiffres montrent combien le marché charbonnier s'est distingué par son activité pendant l'année écoulée et la répercussion que cette activité a eue sur le taux des salaires.

Nous résumons dans le tableau suivant les variations successives survenues dans le taux de la rémunération du travail pendant ces dix dernières années.

ANNÉES	Nombre			MONTANT des SALAIRES	Salaire moyen		PROPORTION pour cent
	d'ouvriers	de journées	de journées par ouvrier		annuel	journalier	
1891.	37,393	11,263,458	301	Fr. 42,116,223 96	Fr. 1,126 31	Fr. 3 74	»
1892.	39,487	11,694,106	297	38,516,187 40	975 41	3 29	- 13.39
1893.	39,136	11,427,336	294	35,305,400 38	902 12	3 08	- 7.50
1894.	40,804	12,176,835	298	38,558,280 94	944 96	3 17	+ 4.75
1895.	41,890	12,539,952	299	40,198,802 12	959 63	3 21	+ 1.55
1896.	42,157	12,601,588	303	41,816,094 63	991 91	3 32	+ 3.36
1897.	42,191	12,808,852	302	44,790,684 42	1,061 61	3 49	+ 7.03
1898.	43,525	13,162,270	305	48,884,217 35	1,123 13	3 71	+ 5.79
1899.	43,031	12,850,706	298	53,513,712 70	1,243 60	4 16	+ 10.73
1900.	48,488	14,573,752	300	72,048,922 87	1,485 91	4 94	+ 19.49

Ces chiffres se rapportent à l'ensemble des travailleurs.

Si nous envisageons les salaires annuels moyens de l'ouvrier mineur proprement dit, nous constatons qu'en 1900 ils se sont élevés fr. 2,048-69, contre fr. 1,663-56 en 1899; la différence, soit fr. 385-13, accuse ainsi une majoration de 23.15 %. Cette progression des salaires s'est étendue du reste aux autres catégories d'ouvriers employés à l'intérieur des mines.

Nous voyons en effet que ces derniers avaient touché en 1899, fr. 1,096-88, salaire qui a été porté en 1900, à la somme de fr. 1,300-29, d'où résulte une majoration de fr. 203-41 ou 18.54 %.

En ce qui concerne le personnel de la surface, la plus-value de la rémunération a atteint fr. 93-50, soit 11.07 % seulement.

Les recettes de l'institution ont atteint en 1900, la somme globale de fr. 1,149,895-09. Elles dépassent celles du précédent exercice de la somme de fr. 284,097-08.

Ces recettes se décomposent ainsi qu'il suit :

1° Subside de l'Etat y compris la cotisation pour les délégués à l'inspection des mines . fr.	14,044 74
2° Subside de la Province.	2,217 »
3° Cotisation des exploitants à raison de 1.5 % des salaires payés aux ouvriers .	1,080,733 64
4° Intérêts des fonds placés.	52,899 71
	<hr/>
Ensemble. . fr.	1,149,895 09
Elles avaient été en 1899 de	865,798 01
	<hr/>
Différence en plus. . fr.	284,097 08

Cette augmentation du fond d'alimentation de la Caisse est exclusivement due au relèvement des salaires pendant l'exercice considéré.

D'autre part, il est à noter que les dépenses ont subi une diminution comparativement à celles que nous relevions pour l'année 1899 dans notre précédent rapport.

Elles se sont élevées à fr. 751,123-80, soit fr. 3,832-40 en dessous de celles accusées pour 1899, lesquelles avaient atteint fr. 754,966-20. Ce résultat, pour faible qu'il soit, montre l'influence des hauts salaires sur la reprise du travail.

Ces dépenses se décomposent comme suit :

- 1° Pensions viagères. fr. 406,261-55 ou 55.28 % du total.
 2° Id. temporaires. 39,492-18 ou 5.37 % id.
 3° Secours. 289,198-25 ou 39.35 % id.

Ensemble. . fr. 734,951-98

Ajoutant à ce chiffre celui des frais d'administration ou fr. 16,171-82

nous obtenons un total de 751,123-80, comme il est dit ci-dessus.

Comparée au chiffre des recettes, cette somme laisse cette année encore un boni de fr. 398,771-29, qui ajouté à l'encaisse au 31 décembre 1899, ou fr. 1,513,957-96, porte l'avoir au 1^{er} janvier 1901, à fr. 1,912,729-25.

Le tableau suivant résume le mouvement des recettes et des dépenses pendant la période décennale de 1891 à 1900.

ANNÉES	Recettes	Dépenses	Différence	
			Boni	Mali
	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.
1891	694,807 89	590,983 65	103,824 24	»
1892	644,536 55	604,141 81	40,394 74	»
1893	597,085 87	658,356 22	»	61,270 35
1894	654,244 01	655.388 06	»	1,144 05
1895	666,443 45	682,660 14	»	16,216 69
1896	687,902 44	700,910 39	»	13,007 95
1897	731,805 26	730,639 67	1,165 59	»
1898	794,113 03	736,910 34	57,202 69	»
1899	865,798 01	754,966 20	110,831 81	»
1900	1,149,895 09	751,123 80	398,771 29	»

Pendant cette période, les années 1893-1896 ont fourni un déficit de fr. 91,639-04, tandis que les autres soldent par un boni global de fr. 712,191-36 dont l'import, déduction faite du déficit ci-dessus, soit fr. 610,552-28, est venu renforcer l'encaisse qui, ainsi que nous l'avons dit plus haut, atteint au début de l'exercice en cours fr. 1,912,729-25.

Le tableau A annexé au rapport annuel de la Commission administrative montre que des diverses sociétés affiliées, trois seulement, exception faite de celles dont les charbonnages sont inactifs, ont occasionné un surcroît de dépenses s'élevant à fr. 12,988-11. Si nous y ajoutons les sommes absorbées par les charbonnages inactifs, nous obtenons pour l'excédent des dépenses fr. 22,702-56. D'autre part, trente-deux charbonnages ont fourni un excédent de recettes de fr. 368,484-22, que le chiffre de dépense susvisé ramène à fr. 345-781-66.

Le montant des charges annuelles, pour la période

décennale 1892-1901, se trouve consigné dans le tableau ci-après :

ANNÉES	CHARGES ANNUELLES	
	Totales	Pour Pensions
1892	FR. 523,004 16	FR. 357,383 80
1893	566,391 66	392,812 »
1894	579,750 36	397,162 »
1895	629,107 40	404,537 80
1896	640,501 »	404,178 »
1897	663,512 »	415,037 »
1898	690,877 »	425,376 80
1899	714,385 95	427,885 20
1900	732,499 55	432,559 »
1901	726,104 45	436,906 20

Ce tableau montre combien les charges qui pèsent sur la Caisse de l'institution progressent d'année en année, bien cependant que nous ayions à constater en 1901, pour la première fois depuis dix ans, une réduction comparativement aux charges de l'année antérieure, réduction qui ne s'élève, d'ailleurs, qu'à la somme de fr. 6,395-10.

Si nous nous rappelons que le montant de l'encaisse au 1^{er} janvier 1901 s'élève à fr. 1,912,729-25, nous constatons que cette encaisse ne présente que 2.63 fois celui des charges existant à la fin de l'année, chiffre peu satisfaisant.

Pendant l'année 1900, 63 ouvriers ont été tués ou ont succombé à leurs blessures, et 45 ont été plus ou moins grièvement blessés.

Pendant l'année 1899, le nombre d'ouvriers ayant péri avait été de 43 et celui des blessés de 148 dont 91 n'ont pas été renseignés dans le rapport de cet exercice

parce qu'ils n'ont été signalés et secourus que l'année suivante.

Ainsi que nous avons eu l'occasion de le signaler les années précédentes, ce sont les éboulements, chûtes de pierres, de houille, ainsi que les chocs des chariots et des cages qui figurent au nombre des causes principales de ce martyrologe.

L'augmentation sensible du chiffre des accidents relevés pour l'année 1900 trouve son explication dans l'intensité de la production et la qualité inférieure du personnel auquel il a fallu recourir pour y faire face.

Au 1^{er} janvier 1900, le nombre global des pensions se divisait comme suit :

	Pensions viagères.	Pensions temporaires.
	2,704	716
Il a été accordé en 1900	<u>296</u>	<u>97</u>
	3,000	813
Retranchant les extinc- tions survenues aux cours de l'exercice	<u>225</u>	<u>123</u>
Il reste au 1 ^{er} janvier 1901.	2,775	690

Soit ensemble 3,465 pensions tant viagères que temporaires, chiffre qui dépasse de 45 unités celui renseigné pour l'année précédente.

Les 296 pensions viagères jointes aux 97 pensions temporaires accordées en 1900, comportent une somme globale de 41,497 francs. Si nous en défalquons fr. 37,149-80 qui représentent le montant des extinctions, nous voyons que le chiffre des charges s'en trouve accru de fr. 4,347-20, ce qui constitue une diminution de fr. 326-60 relativement à l'exercice antérieur.

Le tableau suivant renseigne le nombre de personnes secourues en même temps que les sommes distribuées au cours des dix dernières années.

ANNÉES	Nombre de personnes secourues	Montant des pensions et des secours	Somme payée en moyenne à chaque personne secourue
		Fr.	Fr.
1891	4,506	575,580 88	127 74
1892	4,931	588,958 28	119 14
1893	5,088	643,378 97	126 49
1894	5,132	640,678 75	124 84
1895	5,232	668,289 14	127 73
1896	5,297	686,625 54	129 62
1897	5,486	716,333 72	130 57
1898	5,587	722,493 94	129 31
1899	5,679	740,033 80	130 31
1900	5,733	734,951 98	128 19

Nous groupons dans le tableau ci-contre le détail des pensions et secours répartis par catégories de bénéficiaires, pendant la même période décennale.

DÉSIGNATION DES CATÉGORIES	NOMBRE DE PENSIONS ET SECOURS											
	1891	1892	1893	1894	1895	1896	1897	1898	1899	1900	1891	1892
<i>Pensions viagères</i>												
1 ^o Ouvriers mutilés et rendus incapables de travailler . . .	424	434	444	464	489	485	507	515	527	536	Fr. 88,055 91	Fr. 90,730 2
2 ^o Veuves d'ouvriers ayant péri par accident	536	620	630	610	582	575	573	559	550	547	123,131 61	125,722 5
3 ^o Parents d'ouvriers tués.	38	40	40	38	33	31	34	34	30	29	5,355 70	5,227 1
4 ^o Parents vieux ou infirmes	979	1,010	1,100	1,182	1,249	1,322	1,438	1,536	1,590	1,669	88,705 65	92,345 8
5 ^o Divers	295	271	262	248	232	219	218	209	197	196	13,474 »	12,829 8
<i>Pensions temporaires</i>												
Enfants, frères et sœurs, orphelins .	923	1,085	1,060	1,052	1,015	927	887	847	825	794	46,120 51	47,869 9
<i>Secours</i>												
Ouvriers blessés, parents d'ouvriers tués, ouvriers vieux et infirmes .	1,311	1,470	1,552	1,538	1,632	1,738	1,829	1,887	1,960	1,962	210,737 50	214,232 8

Les sommes affectées au service des pensions viagères et des secours qui se sont élevées pour 1900 à fr. 734,951-98 sont de fr. 5,081-82 inférieures à celles dépensées en 1899 et sont restées de fr. 345,781-66 en dessous du montant des cotisations des exploitants lequel figure ainsi pour la plus grande part dans le boni constaté. C'est là, comme nous l'avons dit une situation exceptionnelle due à l'élévation des salaires.

SOMMES PAYÉES

1893	1894	1895	1896	1897	1898	1899	1900
Fr. 94,537 21	Fr. 97,376 82	Fr. 102,038 83	Fr. 103,985 91	Fr. 108,042 37	Fr. 110,270 84	Fr. 113,339 93	Fr. 114,029 36
150,075 99	139,377 81	135,940 59	132,661 20	134,181 87	126,327 64	124,480 77	124,253 41
5,628 50	4,893 46	4,455 87	4,331 44	4,559 57	4,096 59	3,994 92	3,372 79
98,994 19	105,884 »	113,748 64	121,062 47	130,056 69	138,998 57	145,224 24	151,319 29
13,133 85	12,100 58	12,614 18	12,441 24	12,794 73	13,115 83	12,227 72	13,286 80
52,278 13	50,501 23	49,997 73	46,755 43	45,225 59	43,183 72	40,825 67	39,492 18
228,931 25	230,544 85	249,493 30	265,387 85	281,472 90	285,500 75	299,940 55	289,198 25

Mais, il n'en reste pas moins vrai que le montant des charges s'accroît tous les ans et que l'on ne peut s'empêcher d'envisager l'avenir avec inquiétude.

Depuis sa fondation, la Caisse de Charleroi a reçu fr. 27,208,264-16 et elle a dépensé fr. 25,295,534-91, de sorte que le boni au 1^{er} janvier 1900 atteint fr. 1,912,729-25 ainsi qu'il a été rapporté plus haut.

Caisses de secours.

On sait que ces Caisses instituées au siège de chacune des Sociétés affiliées, assument le service des secours pendant les six premiers mois qui suivent la constatation de l'accident dont l'ouvrier a été victime. De là, le report d'une année sur l'autre d'accidents qui, produits au cours du second semestre d'une année, ne peuvent être renseignés à la Caisse de prévoyance proprement dite qu'à l'expiration des six mois suivants.

Nous rappellerons que les Sociétés affiliées contribuent exclusivement depuis le 15 septembre 1882 à l'alimentation de ces Caisses particulières aussi bien que de la Caisse commune de prévoyance.

Pour satisfaire à ce double service les exploitants ont versé depuis cette époque fr. 21,165,707-03 dont fr. 10,788,817-39 pour la Caisse commune et fr. 10,376,889-64 pour les Caisses particulières de secours.

Les dépenses faites pour ces dernières Caisses pendant l'exercice 1900 s'élèvent à fr. 761,018-05.

et se décomposent comme suit :

Secours en argent	fr.	367,287 75
Médicaments		122,825 03
Charbon		22,415 85
Frais d'hospitalisation		29,142 42
Divers		37,715 70
		<hr/>
Ensemble	fr.	579,386 75
Les honoraires des médecins se sont élevés à		181,631 30
		<hr/>
Dépenses totales.	fr.	761,018 05

Les frais médicaux et les frais pharmaceutiques joints à ceux d'hospitalisation s'élèvent à la somme de fr. 333,598-75 soit à 43.83 % de la dépense globale, ce qui représente fr. 20-92 par ouvrier secouru et fr. 6-88 par ouvrier affilié.

Les soins médicaux seuls, qui ont coûté fr. 181,631-30 ainsi qu'il a été dit ci-dessus, répartis par tête d'ouvrier secouru et par tête d'ouvrier affilié, ont absorbé respectivement fr. 11-39 et fr. 3-74. En 1899, les chiffres correspondants s'étaient élevés à fr. 10-39 et fr. 3-67.

Les versements opérés par les exploitants, tant pour le service de la Caisse commune de prévoyance que pour celui des Caisses particulières, ont atteint en 1900, la somme de fr. 1,841,751-59, contre fr. 1,502,565-92, en 1899.

Nous condensons dans le tableau suivant les dépenses faites par les diverses Caisses de secours pendant la période décennale 1891-1900.

ANNÉES	DÉPENSES			Moyenne par tête d'ouvrier affilié
	Honoraires des médecins	Autres frais	Ensemble	
	Fr.	Fr	Fr.	Fr.
1891	114,015 16	413,124 73	537,139 89	14 38
1892	113,314 83	515,656 87	629,001 70	15 93
1893	116,068 39	483,123 75	599,192 14	15 31
1894	122,525 66	490,408 10	612,933 76	15 02
1895	132,848 90	529,759 96	662,608 86	15 81
1896	135,633 53	510,994 47	646,628 »	15 34
1897	134,046 05	515,011 85	649,057 90	15 38
1898	155,504 41	526,205 19	681,709 60	15 66
1899	158,092 85	541,767 69	699,860 54	16 26
1900	181,631 30	579,386 75	761,018 05	15 69

Abstraction faite des frais d'administration qui au cours de cet exercice ont augmenté dans une faible mesure d'ailleurs (fr. 16,171-82, contre fr. 14,933-40 en 1899), les Caisses de prévoyance et de secours ont donné lieu en 1900, à une dépense globale de fr. 1,495,970-03, représentant une moyenne fr. 30-85 par tête d'ouvrier affilié.

En 1899, cette dépense s'était élevée à fr. 1,439,894-34 ou fr. 33-46 par ouvrier.

La part contributive des sociétés affiliées dans l'alimentation des deux caisses s'établit comme suit :

A la Caisse de prévoyance fr. 1,080,733 64
 Aux Caisses particulières de secours 761,018 05

Ensemble . . fr. 1,841,751 69

Ce qui répond à une allocation de fr. 37-98 par tête d'ouvrier, dont fr. 22-18 pour la Caisse proprement dite de prévoyance et fr. 15-80 pour les Caisses de secours.

En 1899, les chiffres correspondants s'étaient élevés à fr. 34-91 se répartissant entre les deux catégories de Caisses par fr. 18-65 et fr. 16-26 respectivement.

CAISSE DU CENTRE (1)

La Caisse du Centre comprend, comme l'an passé, huit Sociétés affiliées :

Société des charbonnages de Mariemont ;		
»	»	Bascoup ;
»	»	Houssu ;
»	»	Haine-St-Pierre et
		La Hestre ;
»	»	La Louvière et
		Sars-Longchamps ;
»	»	Bois-du-Luc ;
»	»	Bracquagnies ;
»	»	Havré.

Le nombre des ouvriers occupés dans leurs diverses exploitations s'est élevé pendant le dernier exercice, à 18,325, soit 1,079 ou environ 6,25 % de plus que l'année précédente.

Ces ouvriers ont fourni en 1900, 5,439,531 journées contre 4,970,845 en 1899. La comparaison de ces chiffres accuse, pour 1900, une augmentation de 468,686 journées de travail, soit 9.4 % environ.

Le taux moyen des salaires par tête d'ouvrier qui, pour l'année 1899, s'élevait à fr. 1,170-18, atteint pour l'année

(1) Rapporteur M. L. Guinotte

1900, fr. 1,428-51. L'augmentation du salaire annuel moyen est de fr. 258-33 ou 22 %.

En 1899, il y eut grève dans plusieurs charbonnages, et la prospérité industrielle a atteint tout son développement pendant l'année 1900.

Si nous adoptons l'année 1888 pour terme de comparaison des salaires, nous constatons qu'en 1891, il y avait augmentation de plus de 28 %; en 1892, de 14 % environ; en 1893, de 2 %; en 1894, 6 %; en 1895, de plus de 7 %; en 1896, de 11 %; en 1897, de 15.5 %, en 1898 de plus de 22 %, en 1899 de plus de 30 % et en 1900 de 59 %.

Le salaire moyen journalier pour les ouvriers de toutes catégories s'est élevé en 1900, à fr. 4-813 pour un nombre moyen de 296.8 journées effectives.

Les chiffres correspondants pour 1899 étaient respectivement de fr. 4-06 et 288.2 journées.

Les recettes de la Caisse se décomposent comme suit :

Retenues sur les salaires	fr.	327,218	71
Subvention égale des exploitants.		327,218	72
Cotisation versée par l'État pour les délégués à l'inspection des mines		225	60
Subvention de l'État		7,206	22
Id. de la Province		1,395	»
Intérêts bonifiés en comptes-courants		49,681	03
Total des recettes.	fr.	712,945	28

En 1899, ces recettes n'avaient atteint que fr. 560,666-04. Elles ont donc augmenté de fr. 152,279-24 ou de 27.1 %.

Cet accroissement nouveau est dû à la hausse des salaires; ceux-ci dépendent de la prospérité de l'industrie et ils semblent avoir atteint le maximum de la période pendant l'année 1900.

Le montant des charges, qui se chiffrait au 1^{er} janvier 1900, par fr. 510,302-40, s'élève à fr. 521,127-60, soit

une augmentation de fr. 10,825-20. Par rapport au 1^{er} janvier 1889, elle est de fr. 261,016-80.

En 1900, des pensions ont été servies à 1,870 vieux ouvriers et veuves de vieux ouvriers, et la somme absorbée de ce chef, s'est élevée à 267,711 francs.

Les années précédentes, nous relevons les chiffres ci-après.

ANNÉES	Vieux ouvriers ou veuves de vieux ouvriers	Sommes attribuées
		Fr.
1888.	667	75,551 »
1889.	895	93,178 »
1890.	971	145,039 »
1891.	1,025	153,094 »
1892.	1,091	158,423 »
1893.	1,162	171,586 »
1894.	1,294	187,287 »
1895.	1,417	205,766 »
1896.	1,511	218,471 »
1897.	1,657	232,715 »
1898.	1,754	251,339 »
1899.	1,834	265,589 50

Ce tableau démontre qu'en 1900, la progression du nombre des pensionnés pour vieillesse atteint 27.4 % du chiffre de 1888.

Les sommes distribuées de ce chef ont augmenté dans une plus large mesure encore. Par rapport à 1888, cette augmentation, qui s'élevait à 254 % en 1899, est de 354 % en 1900.

Du fait de la mise en vigueur de l'arrêté royal du 3 août 1889, les charges ont augmenté de fr. 252,313-10, mais les ressources se sont accrues de fr. 410,164-36.

Les pensions aux vieux ouvriers absorbent en 1900, fr. 2,121-50 de plus qu'en 1899.

Les résultats exceptionnellement favorables de l'année 1900 marquent le point culminant de la prospérité dont l'industrie charbonnière a été favorisée, prospérité qui avait commencé après la reprise remarquable de l'industrie métallurgique mais qui a persisté alors que celle-ci avait pris fin. Cette prospérité est à son déclin et une période de crise devant vraisemblablement lui succéder, la stabilité de l'institution peut être mise en doute. A raison des projets soumis à la législation, nous croyons devoir nous abstenir de développements à ce sujet.

Le fonds de réserve qui était de fr. 1,594,097-75 en 1899, s'élève à fr. 1,787,761-78, soit une augmentation de fr. 193,664-03. L'exercice précédent, il y avait augmentation de fr. 46,023-89.

Caisses particulières de secours.

Les comptes en recettes et en dépenses soldent par un boni de fr. 66,230-87. En l'ajoutant aux soldes antérieurs, le boni s'élève à fr. 171,005-24; l'année précédente il était de fr. 104,774-37. Comme l'année précédente, les comptes de tous les charbonnages soldent en boni.

Accidents.

Le tableau suivant donne la statistique des accidents survenus depuis 1881 dans le ressort de la Caisse de prévoyance du Centre et qui ont créé des droits à des pensions (1).

(1) Il est à remarquer que les accidents graves survenus dans les charbonnages du Centre ne donnent pas tous lieu à l'intervention de la caisse. Tel est le cas pour les accidents ayant entraîné la mort de veufs sans enfants, orphelins, etc.

ANNÉES	Nombre d'ouvriers	Accidents		Tués		Blessés	
		Nombre	Proportion par 1,000 ouvriers	Nombre	Proportion par 1,000 ouvriers	Nombre	Proportion par 1,000 ouvriers
1882	12,893	27	2 10	13	1 »	14	1 09
1883	13,486	37	2 74	20	1 48	17	1 26
1884	14,123	22	1 56	14	0 99	8	0 57
1885	14,037	30	2 13	22	1 56	8	0 57
1886	13,882	13	0 94	4	0 28	9	0 65
1887	14,349	18	1 25	11	0 77	7	0 49
1888	14,666	21	1 43	8	0 54	13	0 89
1889	14,913	21	1 41	9	0 60	12	0 80
1890	16,047	19	1 18	6	0 37	13	0 81
1891	16,701	17	1 01	6	0 36	11	0 66
1892	16,619	20	1 20	13	0 78	7	0 42
1893	16,581	14	0 84	10	0 60	4	0 24
1894	16,914	24	1 42	21	1 24	3	0 18
1895	17,074	17	0 99	11	0 64	6	0 35
1896	16,956	12	0 71	7	0 41	5	0 30
1897	16,729	12	0 71	9	0 54	3	0 18
1898	17,051	18	1 06	6	0 35	12	0 71
1899	17,246	10	0 58	8	0 46	2	0 12
1900	18,325	4	0 22	1	0 05	3	0 16

CAISSE DE LIÈGE (1)

Abstraction faite d'une exploitation libre de minerai de fer peu importante, qui a occupé 25 ouvriers en 1900, 46 établissements miniers ont été en activité durant cette année dans la province de Liège : 41 mines de houille, 4 mines métalliques et une minière.

Quatre de ces établissements, ayant occupé ensemble 140 ouvriers, ne sont pas affiliés à la Caisse de prévoyance; par contre, trois sociétés dont les travaux miniers sont inactifs ont continué à y faire des versements en faveur d'anciens ouvriers occupés aujourd'hui à d'autres travaux.

Non compris ces derniers travailleurs, peu nombreux du reste, les établissements affiliés ont occupé en 1900, 33,438 ouvriers c'est-à-dire 2,144 de plus que l'année précédente. Ces ouvriers ont reçu en salaires nets, c'est-à-dire déduction faite de toute retenue, la somme de 45,743,440 francs pour 10,187,326 journées de travail.

En moyenne, le salaire journalier de l'ouvrier affilié a donc été de fr. 4-49 et son gain annuel de fr. 1,368-01.

En 1899, ils avaient été respectivement de fr. 3-88 et de fr. 1,167-84, d'où une augmentation, en 1900, de fr.0-61 ou 15.7 % pour le salaire journalier, et de fr.200-17 ou 17.1 % pour le gain annuel. La majoration proportionnelle du salaire annuel a été plus forte que celle du salaire journalier, parce que les grèves d'avril-mai 1899, avaient réduit le nombre annuel moyen de jours de travail pendant cette dernière année.

(1) Rapporteur M. Ad, Firket.

Caisse commune de prévoyance.**I. — Recettes et dépenses.**

Avant de passer à l'examen des comptes proprement dits de la Caisse commune de prévoyance, nous signalerons que le Conseil provincial de Liège ayant continué à mettre à la disposition de la Commission administrative, en 1900, un subside de 15,000 francs avec affectation spéciale, cette Commission, en y ajoutant le reliquat de l'année 1899 et l'intérêt en banque, a pu distribuer 118 secours extraordinaires, d'un import total de 16,008 francs, à d'anciens ouvriers qui ne présentent pas les conditions requises pour être secourus régulièrement.

Les recettes et les dépenses dérivant de ce subside font l'objet de comptes spéciaux et ne sont pas comprises dans ceux que nous allons résumer.

Recettes.

Somme versée par les exploitants (2 % des salaires payés aux ouvriers). fr.	925,967 25
Subside du Gouvernement	11,396 97
Intérêts des capitaux placés.	87,239 02
Don du 1 ^{er} régiment de ligne de la Garde civique. (Produit du concert du 11 juin 1900).	2,700 »
Total des recettes. fr.	1,027,303 24

Dépenses.

Pensions et secours fr.	768,184 »
Frais d'administration	9,460 80
Commissions de banque.	402 40
Total des dépenses. fr.	778,047 20

Par rapport à l'année 1899, les recettes ont augmenté de fr. 194,474-14, les dépenses de fr. 23,296-41. La majoration des recettes est principalement due à celle de la cotisation des exploitants résultant des hauts salaires de l'année 1900 et qui s'est élevée à fr. 185,833-23. L'augmentation des dépenses correspond très sensiblement à celle du montant des pensions et secours qui a été de 22,653 francs.

L'excédent des recettes sur les dépenses a atteint la somme exceptionnelle de fr. 249,256-04 en 1900.

Le tableau ci-dessous permet de comparer le mouvement financier de cette dernière année avec celui des cinq années précédentes.

ANNÉES	Recettes	Dépenses	Excédent des recettes	Avoir à la fin de l'année
	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.
1895	691,907 30	657,360 13	34,547 17	2,137,882 20
1896	693,699 43	679,699 39	14,000 04	2,151,882 24
1897	741,745 38	713,368 02	28,377 36	2,180,259 60
1898	787,253 50	734,703 49	52,550 01	2,232,809 61
1899	832,829 10	754,750 79	78,078 31	2,310,887 92
1900	1,027,303 24	778,047 20	249,256 04	2,560,143 96

II. — *Pensions et secours.*

Les deux tableaux suivants font connaître pour chaque année de la période quinquennale 1895 à 1899 et pour l'année 1900, le premier, le nombre des personnes secourues par la Caisse de prévoyance et les sommes qui leur ont été distribuées; le second, la façon dont celles-ci ont été réparties entre les diverses catégories de bénéficiaires.

ANNÉES	Nombre de personnes secourues	Montant des pensions et secours	
		total	par personne
		Fr.	Fr.
1895	4,439	649,245 50	146 26
1896	4,534	670,986 32	147 99
1897	4,683	703,841 »	150 30
1898	4,877	725,712 »	148 80
1899	4,985	745,531 »	149 56
1900	5,128	768,184 »	149 80

DÉSIGNATION DES PERSONNES SECOURUES	NOMBRE DE PERSONNES SECOURUES					
	1895	1896	1897	1898	1899	1900
Ouvriers mutilés	777	800	852	879	906	93
Veuves d'ouvriers tués	528	521	523	516	515	51
Veuves d'ouvriers mutilés pensionnés	87	90	93	98	100	9
Parents d'ouvriers tués } } Pensions viagères } Secours extraordinaires	34	33	30	28	29	3
	24	19	17	16	11	1
Orphelins de père et de mère et enfants de veuves	357	351	333	323	313	300
Indemnités aux veuves remariées.	10	9	8	8	8	5
Totaux des personnes secourues et des sommes distribuées du chef d'accidents	1,817	1,832	1,856	1,868	1,882	1,896
Vieux ouvriers et infirmes	2,622	2,702	2,827	3,009	3,103	3,232
Totaux généraux	4,439	4,534	4,683	4,877	4,985	5,128

MONTANT DES SECOURS DISTRIBUÉS

1895	1896	1897	1898	1899	1900
Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.
133,908 »	140,028 »	145,548 »	153,756 »	156,121 »	164,569 »
84,600 »	85,608 »	85,340 »	85,124 »	84,932 »	84,812 »
7,992 »	8,304 »	9,048 »	9,672 »	9,504 »	9,888 »
4,800 »	4,500 »	4,104 »	4,464 »	4,488 »	4,392 »
2,885 50	2,261 32	3,743 »	2,630 »	1,680 »	2,000 »
21,912 »	21,936 »	20,928 »	20,352 »	19,584 »	18,624 »
2,150 »	1,825 »	1,700 »	1,600 »	1,700 »	1,125 »
258,247 50	264,462 32	270,411 »	277,598 »	278,009 »	285,410 »
390,998 »	406,524 »	433,430 »	448,114 »	467,522 »	482,774 »
649,245 50	670,986 32	703,841 »	725,712 »	745,531 »	768,184 »

Du tableau précédent il résulte que si les secours aux victimes d'accidents ou à leur famille et le nombre des personnes secourues de ce chef, ont augmenté respectivement que de 7,401 francs et de 14 personnes en 1900, par rapport à l'année précédente, les secours distribués aux ouvriers âgés ou infirmes se sont accrus de 15,252 francs et que le nombre de ces derniers a augmenté de 129.

Les charges que la Caisse de prévoyance s'est imposées en faveur de l'invalidité et de la vieillesse continuent à s'aggraver d'année en année. Elles se sont élevées à 482,774 francs en 1900, c'est-à-dire à 62.8 % de la totalité des pensions et secours qu'elle a distribués.

En 1891, la somme distribuée aux ouvriers âgés ou infirmes avait été de fr. 338,238-47; elle correspondait à 57.6 % de la totalité des pensions et secours. Ce coefficient n'a cessé de progresser pendant la dernière période décennale ainsi que le démontre le relevé suivant.

ANNÉES	MONTANT TOTAL des Pensions et secours	PROPORTION EN CENTIÈMES AFFÉRENTE	
		aux victimes d'accidents et à leur famille	aux ouvriers vieux ou infirmes
	Fr.	%	%
1891 . . .	586,778 47	42.4	57.6
1892 . . .	600,295 50	41.5	58.5
1893 . . .	610,321 »	40.5	59.5
1894 . . .	623,199 »	40.3	59.7
1895 . . .	649,245 50	39.8	60.2
1896 . . .	670,986 32	39.0	61.0
1897 . . .	703,841 »	38.5	61.5
1898 . . .	725,712 »	38.0	62.0
1899 . . .	745,531 »	37.3	62.7
1900 . . .	768,184 »	37.2	62.8

Caisses particulières de secours.

Les opérations des Caisses particulières de secours des mines et minières de la province de Liège, sont résumées dans le tableau suivant, où ces Caisses sont classées en catégories d'après leur mode d'alimentation.

CATÉGORIES	Nombre des exploitations	OUVRIERS		RECETTES		DÉPENSES				
		Nombre	Salaires bruts	Retenues sur les salaires	Subven- tions des exploit- ants	Montant des secours			Hono- raires des médecins	TOTAL
						Argent	Médica- ments	Char- bon, pain, etc		
a) Caisses alimentées exclusive- ment par les retenues sur les salaires	4	895	Fr. 1,094,650	Fr. 17,170	Fr. »	Fr. 10,730	Fr. 2,830	Fr. 210	Fr. 2,440	Fr. 16,210
b) Caisses alimentées exclusive- ment par les subventions des exploitants	30	23,800	33,062,240	»	609,790	316,200	107,770	54,740	78,820	557,530
c) Caisses mixtes	3	4,953	7,163,800	71,500	108,630	113,370	40,070	3,770	18,170	175,380
Totaux	37	29,648	41,320,690	88,670	718,420	440,300	150,670	58,720	99,430	749,120
Mine sans caisse particulière, affiliée à une compagnie d'assurances.	1	81	81,150	1,800	»	?	?	?	?	?
Exploitations dépendant de groupes d'établissements ayant une caisse commune dont les comptes ne sont pas subdivisés (1).	8	3,849	4,891,650	85,540	70,230	58,130	26,410	4,050	18,360	106,950
Totaux généraux	46	33,578	46,293,490	176,010	788,650	498,430	177,080	62,770	117,790	856,070

(1) Les recettes et les dépenses sont relatives à l'ensemble des établissements, tandis que les nombres d'ouvriers et les salaires ne concernent que les exploitations minérales qui en dépendent.

Les 37 établissements répartis entre les catégories *a*, *b*, *c* du tableau précédent, consistent en 34 charbonnages, 2 mines métalliques et une minière.

Si l'on compare les totaux de ces trois catégories avec les totaux correspondants du résumé des opérations des caisses particulières de secours pendant l'année 1899, donné dans notre précédent rapport, on constate non sans satisfaction qu'en 1900, année de prospérité exceptionnelle pour l'industrie charbonnière, les retenues sur les salaires ont diminué de 40,540 francs, tandis que les subventions des exploitants augmentaient de 115,190 francs et les secours distribués de 50,460 francs.

La dernière catégorie du tableau comprend six charbonnages ayant chacun une fabrique d'agglomérés, plus un groupe d'établissements formé d'un charbonnage, d'une mine métallique et d'une usine à zinc, soit sept caisses particulières en tout. Le groupe formé d'une usine à zinc et d'une mine métallique, qui figurait dans les relevés de 1899, ne rentre pas dans ceux de 1900, parce que les travaux de cette mine métallique ont été inactifs.

Bien que cette circonstance enlève de son intérêt à la comparaison des totaux de la catégorie en question avec ceux de l'année précédente, je mentionnerai qu'il en résulte pour 1900 une majoration de 13,510 francs de la subvention des exploitants, et de 5,570 francs des retenues sur les salaires, tandis que les dépenses de ces caisses diminuaient de 17,880 francs.

D'autre part, si l'on considère l'ensemble des opérations des caisses particulières de secours et de la Caisse commune de prévoyance de la province de Liège, en faisant abstraction de la petite exploitation affiliée à une compagnie d'assurances, on voit que les établissements miniers de cette province et l'usine à zinc comprise dans le relevé des Caisses de secours ont consacré en 1900, à l'assistance

des ouvriers et de leurs familles, une somme totale de 1,624,254 francs, dans laquelle le prélèvement sur les salaires n'est intervenu que pour 174,210 francs, c'est-à-dire 10.7 %.

CAISSE DE NAMUR (1)

La Caisse de Prévoyance des ouvriers mineurs de la province de Namur comptait en 1900, 40 établissements affiliés, dont 16 en activité et 24 en non activité. Ces chiffres ne sont cependant pas d'une exactitude absolue, parce que les comptes-rendus de la Caisse considèrent comme établissements inactifs, ceux qui recevant des secours pour des accidents anciens, ne sont plus actuellement affiliés, bien qu'étant en activité, comme les charbonnages de Malonne, de Stud-Rouvroy et d'Andenelle; par contre 2 mines métalliques et 1 minière, bien qu'étant inactives en fait, sont classées dans les établissements en activité, parce qu'elles occupent quelques ouvriers (ensemble 5) pour l'entretien de certains travaux.

Les établissements considérés comme affiliés se répartissent comme suit :

DÉSIGNATION	EN ACTIVITÉ	INACTIVES	ENSEMBLE
Mines de houille	7	9	16
Mines métalliques	2	4	6
Minières	2	8	10
Carrières.	»	2	2
Terres plastiques et sables	5	1	6
Totaux	16	24	40

(1) Rapporteur M. J. Libert.

Le nombre d'ouvriers occupés est de 3,311
 Celui des journées effectuées de . . . 909,749
 Le montant des salaires est de . . . fr. 4,620,684 97
 Le salaire moyen annuel répond à fr. 1,395 56
 et le salaire moyen journalier à . . . fr. 5 08
 Le tableau ci-après donne la comparaison de ces chiffres
 pour les cinq dernières années.

ANNÉES	Sociétés affiliées	Sociétés en activité	Nombre		Nombre de journées par ouvrier	Montant des salaires	Salaire moyen	
			d'ouvriers	de journées			annuel	journa- lier
						Fr.	Fr.	Fr.
1896	43	19	2,553	746,162	292	2,383,684 77	933 68	3 19
1897	42	17	2,729	807,650	296	2,560,837 23	938 38	3 17
1898	41	16	2,879	856,045	297	2,927,751 19	1,016 93	3 42
1899	41	16	2,925	872,761	298	3,287,693 26	1,124 »	3 77
1900	40	16	3,311	909,749	275	4,620,684 97	1,395 56	5 08

Le nombre d'ouvriers des établissements affiliés a augmenté de 386 en 1900 comparativement à l'année 1899; en se rapportant à l'année 1896, l'augmentation du nombre d'ouvriers a été de 758, soit d'environ 30 %, ce qui est dû à la période de prospérité traversée dans ces dernières années par l'industrie charbonnière.

Le salaire moyen annuel a passé de fr. 1,124 en 1899 à fr. 1,395-56 en 1900, soit une augmentation de fr. 271-56, malgré une diminution notable du nombre de jours de travail.

Quant au salaire moyen quotidien, il a passé de fr. 3-77 en 1899 à fr. 5-08 en 1900, soit une augmentation de fr. 1-31 ou de 34 3/4 %.

Le montant des salaires payés en 1900 a dépassé de

fr. 1,332,991-71 celui des salaires payés en 1899 et de fr. 2,237,000-20 celui des salaires payés en 1896, soit près de 94 %. Tous ces résultats sont également la conséquence de la prospérité exceptionnelle des charbonnages pendant l'année écoulée notamment.

Recettes

Les recettes totales de la Caisse se sont élevées à la somme de fr. 78,158-18, qui se décompose comme suit :

Cotisations des exploitants	fr. 69,323 51
Cotisation de l'Etat pour le délégué ouvrier	27 »
Subside de l'Etat	997 81
Subside de la Province	550 »
Intérêts des fonds placés et divers.	7,259 86
Total	fr. <u>78,158 18</u>

Les recettes de 1899 avaient été de . fr. 58,090 22

D'où une majoration de recettes en faveur de 1900 de fr. 20,067-96

La majoration du poste des cotisations des exploitants a été de fr. 19,984-06.

Cette augmentation considérable du produit des cotisations des exploitants résulte évidemment de la plus grande somme des salaires payés en 1900.

Le tableau ci-après établit la comparaison des recettes de la Caisse pendant les cinq dernières années.

ANNÉES	Cotisations des exploitants	Intérêts des capitaux	Subsides		TOTAUX
			de l'État	de la province	
	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.
1896	36,045 88	(1) 9,094 95	982 »	550	46,672 83
1897	38,440 91	7,798 59	955 05	550	47,744 55
1898	43,935 »	(2) 7,459 81	974 15	550	52,918 96
1899	49,339 45	(3) 7,210 »	990 77	550	58,090 22
1900	69,323 51	(4) 7,286 86	997 81	550	78,158 18

Dépenses

Les dépenses totales se sont élevées à fr. 59,734-85.

Elles se décomposent comme suit :

Pensions et secours	fr.	57,762 70
Traitement du trésorier		600 »
Id. du secrétaire		750 »
Impressions, etc.		174 95
Dépenses diverses		447 20

Total fr. 59,734 85

Le total des dépenses de 1899 était de . 59,864 80

Il y a donc pour 1900 une diminution
de dépenses de fr. 129 95

Les pensions et secours accordés pendant les années
1899 et 1900 sont détaillés dans le tableau ci-après :

1) Y compris : plus-value sur vente de titres	fr.	808 55	
» » »	fr.	37 50	
» remboursement d'un secours payé indûment		30 00	
			876 05
(2) » rentrées diverses (notamment fr. 20-25 payés par l'Etat, pour la cotisation du délégué à l'inspection			30 25
(3) » cotisation payée par l'Etat pour le délégué à l'inspection			27 »
(4) » cotisation payée par l'Etat pour le délégué à l'inspection			27 »

DÉSIGNATION	Nombre		Montant	Montant
	en 1899	en 1900	en 1899	en 1900
			Fr.	Fr.
<i>Pensions viagères</i>				
Ouvriers mutilés	53	52	11,836	11,860
Veuves d'ouvriers tués	89	88	16,275	15,879
Pères et mères d'ouvriers tués.	3	4	712	765
<i>Pensions temporaires</i>				
Orphelins de père et de mère	»	»	»	»
Enfants d'ouvriers mutilés	13	10	434	299
Enfants de veuves	27	36	798	984
<i>Secours extraordinaires</i>				
Personnes déjà pensionnées	6	6	384	384
Proches parents du défunt	15	18	1,615	2,075
Ouvriers grièvement blessés	141	139	25,391	25,277
Vieux ouvriers infirmes	2	2	240	240
Totaux	349	355	57,685	57,763

Les pensions viagères ont diminué de 319 francs.

Les pensions temporaires ont augmenté de . . fr. 51
 et les secours extraordinaires de 346
 397

L'augmentation pour pensions et secours se chiffre à 78 francs, ce qui est insignifiant.

Le tableau ci-après établit la comparaison des dépenses de la Caisse pendant la dernière période quinquennale.

ANNÉES	Pensions viagères		Pensions temporaires		Secours		Totaux		Frais d'administration	ENSEMBLE
	Nombre	Montant	Nombre	Montant	Nombre	Montant	Nombre	Montant		
		Fr.		Fr.		Fr.		Fr.	Fr.	Fr.
1896	147	29,225 »	42	1,304	147	26,585 »	336	57,114 »	2,462 35	59,576 35
1897	146	29,985 50	40	1,275	151	26,526 »	337	57,786 50	2,518 85	60,305 35
1898	146	28,888 42	41	1,156	158	27,251 »	345	57,295 42	2,002 05	59,297 47
1899	145	28,823 50	40	1,232	164	27,630 »	349	57,685 50	2,179 30	59,864 80
1900	144	28,503 70	46	1,283	165	27,976 »	355	57,762 70	1,972 15	59,734 85

Situation de la caisse

Au 1 ^{er} janvier 1900 l'avoir était de	fr. 234,441 04
A ajouter les recettes de l'année 1900 . . .	78,158 18
	<u>Total fr. 312,599 22</u>
A déduire les dépenses de l'année 1900 . . .	59,734 85
Au 31 décembre 1900 l'avoir était donc de fr.	252,864 37
Le boni réalisé en 1900 se chiffre par	fr. 18,423 33
	<u>Fr. 234,441 04</u>

Le tableau ci-après donne la comparaison des opérations de la Caisse pendant la dernière période décennale.

ANNÉES	Recettes.	Dépenses	Excédent en recettes	Excédent en dépenses	Avoir total à fin d'année
	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.
1891 . . .	59,059 41	53,804 81	5,254 60	»	300,422 64
1892 (a) . .	50,437 85	53,094 25	»	2,656 40	297,766 24
1893 (b) . .	44,770 31	54,220 85	»	9,450 54	288,315 70
1894 . . .	44,485 82	55,619 35	»	11,133 53	277,182 17
1895 (c) . .	45,157 13	57,411 27	»	12,254 14	268,058 45
1896 (d) . .	46,672 83	59,576 35	»	12,903 52	255,154 93
1897 . . .	47,744 55	60,305 35	»	12,560 80	242,594 13
1898 . . .	52,918 96	59,297 47	»	6,378 51	236,215 62
1899 . . .	58,090 22	59,864 80	»	1,774 58	234,441 04
1900 . . .	78,158 18	59,734 85	18,423 33	»	252,864 37
a) En 1892 bénéfice sur remboursement d'obligations					Fr. 16 82
b) En 1893 » » » » »					11 00
c) En 1895 Vente d'un titre					3,130 42
d) En 1896 » » » » »					808 55
remboursement d'obligation					37 50
Remboursement d'un secours payé indûment					30 00
					} 876 05

De 1892 à 1899 le déficit a été permanent ; il a atteint son point culminant en 1896 pour diminuer faiblement en 1897, rapidement en 1898 et 1899 et se transformer en boni considérable en 1900. Les deux années extrêmes de la période considérée ont seules clôturé en boni. Nonobstant l'avoir de la Caisse a diminué, pendant le cours des dix dernières années, de fr. 42,303-67.

Ce sont les exploitations métallifères, la plupart abandonnées, qui pèsent si lourdement sur la Caisse de Namur.

Le tableau ci-après renseigne pour les dix dernières années, les charges supportées par chacune des catégories des exploitations inactives.

ANNÉES	CHARBON- NAGES	MINES MÉTALLIQUES	MINIÈRES	CARRIÈRES	TERRES PLASTIQUES ET SABLES	TOTAUX
	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.
1891	5,642 »	1,200 »	6,723 »	300 »	»	13,865 »
1892	4,906 »	1,200 »	8,613 »	300 »	»	15,019 »
1893	4,482 »	1,110 »	8,503 »	300 »	»	14,395 »
1894	3,981 »	1,130 »	8,223 »	300 »	180 »	13,814 »
1895	3,916 »	960 »	8,046 »	540 »	180 »	13,642 »
1896	3,477 »	1,275 »	7,548 »	540 »	180 »	13,020 »
1897	3,876 »	1,140 »	10,200 »	540 »	180 »	15,936 »
1898	4,131 »	960 »	10,145 »	540 »	180 »	15,956 »
1899	3,771 »	960 »	9,655 »	540 »	180 »	15,106 »
1900	3,996 »	705 »	6,740 »	420 »	180 »	12,041 »

Ces charges, qui avaient atteint leur maximum en 1898 ont diminué pendant chacune des deux années suivantes, notamment en 1900; la différence totale s'élève à 3,915 fr., soit environ 25 %.

Les tableaux ci-après donnent la répartition des recettes et des dépenses, en tenant compte de la nature de l'exploitation et en distinguant si les établissements sont en activité ou inactifs.

ÉTABLISSEMENTS EN ACTIVITÉ	Nombre	Nombre d'ouvriers occupés	Sommes		Boni	Déficit
			payées par la caisse	reçues par la caisse		
			Fr.	Fr.	Fr.	Fr.
Charbonnages . . .	7	3,031	33,606 70	65,789 53	32,182 83	»
Mines métalliques .	2	3	1,260 »	40 89	»	1,219 11
Minières.	2	233	10,555 »	2,928 44	»	7,626 56
Terres plastiques et sables.	5	44	300 »	564 65	264 65	»
Totaux.	16	3,311	45,721 70	69,323 51	32,447 48	8,845 67
En déduisant le déficit .					8,845 67	
Il reste un boni de .					23,601 81	

ÉTABLISSEMENTS INACTIFS	Nombre	Nombre d'ouvriers occupés	Sommes		Boni	Déficit
			payées par la caisse	reçues par la caisse		
			Fr.	Fr.	Fr.	Fr.
Charbonnages . . .	9	»	3,996 »	»	»	3,996 »
Mines métalliques .	4	»	705 »	»	»	705 »
Minières.	8	»	6,740 »	»	»	6,740 »
Carrières	2	»	420 »	»	»	420 »
Terres plastiques et sables.	1	»	180 »	»	»	180 »
Totaux	24	»	12,041 »	»	»	12,041 »

Le tableau suivant renseigne pour la dernière période quinquennale le nombre d'accidents ayant nécessité l'intervention de la caisse :

Années	Nombre d'ouvriers occupés	ACCIDENTS		TUÉS		BLESSÉS	
		Nombre	Proportion par 1,000 ouvriers	Nombre	Proportion par 1,000 ouvriers	Nombre	Proportion par 1,000 ouvriers
1896 .	2,553	5	1 96	0	0 00	5	1 96
1897 .	2,729	10	3 66	3	1 10	7	2 56
1898 .	2,879	16	5 56	4	1 39	14	4 86
1899 .	2,925	17	5 81	4	1 37	14	4 79
1900 .	3,311	15	4 53	7	2 11	9	2 72

Caisses particulières de secours

Les caisses particulières de secours sont alimentées par les exploitants ou par une retenue faite sur les salaires des ouvriers.

Les secours distribués, tant en argent qu'en nature, par les caisses particulières des établissements qui ont fourni les renseignements statistiques se sont élevés à fr. 40,556-58 ainsi qu'il résulte du tableau ci-après.

DÉSIGNATION	Sommes payées		Distribution			Frais d'hôpitaux	Honoraires des médecins	Dépenses diverses	Total des dépenses	Nombre d'individus secourus
	aux ouvriers blessés	aux ouvriers malades et à leurs familles	en médicaments	en charbons	en vivres et en habillements					
Mines de houille	Fr. 13,529 92	Fr. 6,573 22	Fr. 6,219 86	Fr. 1,176 10	Fr. 173 38	Fr. 450 50	Fr. 6,469 00	Fr. 1,472 10	Fr. 36,064 08	1,107
Mines métalliques	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Minières	817 65	»	546 32	67 50	71 80	»	2,225 23	764 »	4,492 50	65
Carrières	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Terres plastiques et sables.	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Totaux	14,347 57	6,573 22	6,766 18	1,243 60	245 18	450 50	8,694 23	2,236 10	40,556 58	1,172

Je ferai remarquer, comme dans mon rapport antérieur, qu'il ne faut pas attacher une grande importance aux chiffres renseignés dans le tableau qui précède parce que les établissements sont libres de fournir les renseignements concernant leurs caisses particulières de secours et que plusieurs d'entre eux s'abstiennent de les fournir.

Pour rappel, les dépenses renseignées pour les années précédentes se sont élevées :

En 1899 à fr.	37,799 21
En 1898 »	33,429 80
En 1897 »	27,863 15
En 1896 »	30,408 52

CAISSE DU LUXEMBOURG (1)

A. — Caisse commune de prévoyance

Recettes . . . fr.	14,204 94
Dépenses	10,637 15
Boni . . fr.	3,567 79

Les recettes ont augmenté en 1900 de fr. 522-27.

Le salaire moyen a été de fr. 3-39, contre 3-64 en 1899.

Les dépenses ont diminué de fr. 241-65 par rapport à l'exercice précédent.

La réserve de la caisse était au 31 décembre 1899 de fr. 37,116-25 ; au 31 décembre 1900, elle s'élevait à fr. 41,026-03.

Le nombre des établissements associés était à la fin de 1900 de 10 comprenant 12 exploitations qui ont employé en moyenne 901 ouvriers. Ceux-ci ont fourni 243,270 journées de travail et reçu un salaire total de 824,145 francs correspondant pour chacun d'eux à fr. 914-70 ou fr. 3-39 par jour.

(1) Rapporteur : M. Fabry.

Les recettes de l'année se décomposent comme suit :

Retenues sur les salaires des ouvriers.	fr.	6,186 09
Cotisations des exploitants.		6,186 09
Subside de l'Etat.		242 40
Subside de la Province.		870 36
Rente sur l'Etat.		720 »
Total.		fr. 14,204 94

Les dépenses de 1900 ont été appliquées comme suit en pensions et en secours :

40 ouvriers incapables de travailler	fr.	5,378 55
16 veuves d'ouvriers.		2,061 10
8 parents d'ouvriers.		465 »
38 ouvriers vieux et infirmes		1,812 50
9 enfants		210 »
6 secours		250 »
Total		fr. 10,177 15

Les charges de l'Association étaient au 1^{er} janvier 1901, savoir :

Pensions acquises, déduction faite des secours temporaires et des pensions éteintes de l'année	fr.	10,705 »
Frais d'administration		460 »
Total		fr. 11,165 »
Les charges au 1 ^{er} janvier 1900 étaient de		10,755 »
Soit en plus pour 1901	fr.	410 »

B. — Caisses particulières de secours

Les recettes pour l'année 1900 s'élèvent à fr.	12,186 62
» » 1899 » .	12,311 65
D'où une diminution de fr.	125 03
Les dépenses en 1900 s'élèvent à	13,563 60
» 1899 » 	11,787 73
Les dépenses de 1900 sont donc supérieures à celles de 1899 de fr.	1,775 87

C. — Accidents.

Ouvriers blessés	2
Id. tués	1

APPROUVÉ PAR LA COMMISSION PERMANENTE DES CAISSES DE PRÉVOYANCE
EN FAVEUR DES OUVRIERS MINEURS :

<i>L'Ingénieur en chef-directeur</i>	<i>L'Inspecteur général des Mines,</i>
<i>des Mines,</i>	<i>Président,</i>
<i>Membre-Secrétaire,</i>	AD. FIRKET.
LOUIS DEJARDIN.	



MINES ET USINES

PRODUCTION SEMESTRIELLE

1^{er} Semestre 1902

[313:622(493)]

MINES ET USINES. — PRODUCTION SEMESTRIELLE

[313:622(493)]

1^{er} Semestre 1902.

Tonnes de 1000 kilogrammes.

PROVINCES	Charbonnages		Hauts-Fourneaux				Fabriques de fer et aciéries			
	Production brute Tonnes	Stocks à la fin du semestre Tonnes	NATURE DE LA FONTE			PRODUCTION TOTALE Tonnes	FERS	ACIERS		
			Fonte de moulage Tonnes	Fonte d'affinage Tonnes	Fonte pour acier Tonnes		Produits finis	Produits finis (1)		
							Tonnes	Tonnes	Tonnes	Tonnes
HAINAUT	Couchant de Mons	2,120,360	57,760	»	88,455	76,970	165,425	138,300	93,460	115,610
	Centre »	1,703,000	28,100							
	Charleroi	3,746,740	434,760							
LIÉGE	Liège-Seraing	2,484,220	153,800	»	22,975	249,010	271,985	37,350	253,325	236,200
	Plateaux de Herve	497,550	14,610							
Namur et Luxembourg		359,970	27,010	45,590	26,790	»	72,380	190	»	160
Autres provinces		»	»	»	»	»	»	9,570	6,660	6,200
Le Royaume		10,911,840	716,040	45,590	138,220	325,980	509,790	185,410	353,445	358,170
1 ^{er} semestre 1901		11,096,340	1,088,090	39,340	79,195	258,535	377,070	181,395	251,270	240,595
En plus pour 1902		»	»	6,250	59,025	67,445	132,720	4,015	102,175	117,575
En moins pour 1902		184,500	372,050	»	»	»	»	»	»	»

(1) Comprenant en pièces moulées : 9000 tonnes.

DOCUMENTS ADMINISTRATIFS

POLICE DES MINES

[3218233(493)]

Explosifs de sûreté. — Antigrisou Favier n° 4

Arrêté ministériel du 30 août 1902.

LE MINISTRE DE L'INDUSTRIE ET DU TRAVAIL,

Vu la requête par laquelle la Société belge des explosifs Favier, à Vilvorde, sollicite le classement dans la catégorie des explosifs dits de sûreté, pour l'application des instructions données dans la circulaire ministérielle du 27 octobre 1900, d'un explosif nouveau dénommé *Antigrisou Favier n° 4*, et composé comme suit :

Nitrate d'ammoniaque	95.5
Binitronaphtaline	4.5

Vu l'arrêté royal du 13 décembre 1895, sur l'emploi des explosifs dans les mines ;

Vu la circulaire ministérielle ci-dessus rappelée, du 27 octobre 1900 ;

Considérant que le produit dont il s'agit est presque identique avec un explosif connu et employé depuis longtemps dans un pays voisin et qui possède un degré de sûreté équivalent à celui des explosifs compris, sous la dénomination d'explosifs de sûreté, dans les listes publiées par les *Annales des mines de Belgique* ;

ARRÊTE :

L'*Antigrisou Favier n° 4*, composé comme il est dit ci-dessus, est considéré comme explosif de sûreté pour l'application des instructions données dans la circulaire ministérielle du 27 octobre 1900.

Expédition du présent arrêté sera adressée :

A MM. les Gouverneurs des provinces de Hainaut, de Liège et de Namur;

A MM. les Inspecteurs généraux des mines;

A MM. les Ingénieurs en chefs Directeurs des huit arrondissements des mines;

A M. le Directeur de la Société belge des explosifs Favier, à Vilvorde.

G. FRANCOTTE.

APPAREILS A VAPEUR

[35177837(483)]

Appareils à vapeur à basse pression destinés principalement au chauffage des locaux. — Régime à leur appliquer.

Arrêté ministériel du 9 octobre 1902.

LE MINISTRE DE L'INDUSTRIE ET DU TRAVAIL,

Vu l'arrêté royal du 28 mai 1884 concernant la police et la surveillance des appareils à vapeur;

Vu l'arrêté ministériel, en date du 27 juin 1901, fixant le régime à appliquer aux appareils à vapeur à basse pression destinés principalement au chauffage des locaux;

Vu la demande de la Chambre syndicale de chauffage et de ventilation de Bruxelles, en date du 5 février 1902;

Vu l'avis émis par la Commission consultative permanente pour les appareils à vapeur, dans sa séance du 8 juillet 1902,

ARRÊTE :

ARTICLE UNIQUE. — Les dispositions de l'article 1^{er}, 3^o b, de l'arrêté ministériel susvisé déterminant la section du tube d'équilibre dont doivent être munies les chaudières à basse pression, sont remplacées par les suivantes :

« 3^o b) Un tube d'équilibre, d'une section au moins égale à 150 millimètres carrés par mètre carré de surface de chauffe du générateur de vapeur, sans que son diamètre soit inférieur à 38 millimètres. »

Bruxelles, le 9 octobre 1902.

GUSTAVE FRANCOTTE.

(Instruction n° 53.)

Détermination de la puissance des machines locomotives

*Circulaire à MM. les Ingénieurs en chef Directeurs de service
pour la surveillance des appareils à vapeur.*

Bruxelles, le 14 octobre 1902.

Monsieur l'Ingénieur en chef,

Il a été récemment demandé à mon département des instructions sur le mode de calcul à adopter pour déterminer la puissance des machines locomotives.

La Commission consultative permanente pour les appareils à vapeur, saisie de l'examen de cette question, a émis l'avis qu'il convenait de s'en tenir à cet égard aux instructions existantes, lesquelles s'appliquent aussi bien aux locomotives, qu'aux autres moteurs.

Toutefois, en ce qui concerne les machines locomotives Compound ou Woolf *sans condensation* qu'on utilise actuellement, la Commission estime qu'il y a lieu d'adopter, dans le calcul de leur puissance, pour valeur du coefficient K :

$$0.78 - \frac{14}{N + 28}$$

Je me rallie, Monsieur l'Ingénieur en chef, à cette manière de voir de la Commission et vous prie d'y avoir égard à l'avenir.

Le Ministre de l'Industrie et du Travail,

GUSTAVE FRANCOU.

**Constatation des accidents survenant aux appareils à
vapeur établis dans des établissements classés.**

*Circulaire à MM. les Ingénieurs en chef Directeurs de service
pour la surveillance des appareils à vapeur.*

Bruxelles, le 15 octobre 1902.

MONSIEUR L'INGÉNIEUR EN CHEF,

Plusieurs accidents survenus dans des établissements classés, à des machines motrices actionnées par la vapeur et à la suite desquels des ouvriers ont été tués ou grièvement blessés, ont donné lieu à des divergences d'appréciation quant aux fonctionnaires auxquels il appartient de les constater.

Afin de lever tout doute à cet égard et d'éviter des conflits d'attributions, j'ai l'honneur de vous faire connaître que, dans l'état actuel de la réglementation et par application de l'article 59 de l'arrêté royal du 28 mai 1884, c'est aux fonctionnaires chargés de la surveillance des appareils à vapeur qu'incombe la constatation des accidents occasionnés par la vapeur aux organes dans lesquels elle est produite ou introduite.

Quant à la constatation des accidents d'autre nature survenus aux dits appareils, tels que la rupture d'un volant, et à ceux qui résultent des manœuvres nécessitées par leur emploi, elle est réglée par l'article 22 de l'arrêté royal du 21 septembre 1894, sur la police des établissements dangereux, insalubres et incommodes, en ce qui concerne ces derniers.

Vous voudrez bien, Monsieur l'Ingénieur en chef, donner avis de ce qui précède aux fonctionnaires placés sous vos ordres.

Le Ministre de l'Industrie et du Travail,

GUSTAVE FRANCOTTE.

ANNALES DES MINES DE BELGIQUE

TOME VII — ANNÉE 1902

TABLES DES MATIÈRES

TABLE ALPHABÉTIQUE DES AUTEURS

	PAGES
BRUGHMANS, J., Ingénieur du génie civil, des arts et manufactures et des mines, Inspecteur principal du travail. — <i>La prévention des accidents en Allemagne</i>	325
DENOËL, L., Ingénieur au corps des mines, à Bruxelles. — <i>La Commission prussienne des éboulements dans les mines de houille</i>	337-697
— <i>Emploi des explosifs dans les mines de houille de Belgique pendant l'année 1901. — Statistique comparative; Notes sur QUELQUES APPAREILS NOUVEAUX pour l'étude des EXPLOSIFS DE SÛRETÉ; Description du SIÈGE D'EXPÉRIENCES de l'État belge pour l'essai des explosifs, lampes de sûreté, etc.</i> (en collaboration avec MM. STASSART et V. WATTEYNE)	993
FINEUSE, E., Ingénieur en chef, Directeur du 7 ^e arrondissement des mines, à Liège. — <i>Charbonnage de Bonne-Espérance et Batterie; siège de la Violette, à Jupille: Disposition d'un envoi pour la manœuvre simultanée des wagnons</i>	769
FIRKET, V., Ingénieur des mines, répétiteur du cours de métallurgie à l'Université de Liège. — <i>Nouveau bassin de coulée des aciéries d'Angleur</i> (usine de Sclessin).	279
— <i>L'Aluminothermie</i>	969
FONTENELLE, P., Directeur des travaux au charbonnage de Marcinelle-Nord. — <i>Etude sur les gaz dégagés par le broyage du charbon</i> (en collaboration avec M. E. Lecoco).	657

- GUCHEZ, F., Inspecteur général des explosifs. — *Note sur l'embarquement des explosifs à Liefkenshoek* 316
- HALLEUX, A., Ingénieur au corps des mines, à Bruxelles. — *Note sur les accidents dus à l'emploi de l'électricité dans les mines de Prusse* 305
- HOFFMAN, D. (traduit et résumé par E. MASSON). — *L'électricité dans l'art des mines et la métallurgie à l'Exposition de Dusseldorf*. 799
- KERSTEN, J., Ingénieur à la Société pour favoriser l'industrie nationale, à Bruxelles. — *Les gisements d'étain de la Galice (Espagne)*. 3
- LIBERT, J., Ingénieur en chef, Directeur du 5^e arrondissement des mines, à Namur. — *Quelques notes sur l'Exposition et le Congrès international des Ingénieurs, à Glasgow (en collaboration avec M. V. WATTEYNE)* 83-385
- LECOQ, E., chef du laboratoire de la Société anonyme de Marcinelle et Couillet. — *Etude sur les gaz dégagés par le broyage du charbon (en collaboration avec M. P. FONTENELLE)* 657
- LHEURE, L. — *Le rapport de la Commission française des substances explosives, sur la question du bourrage des coups de mine* 45
- MARCETTE, A., Ingénieur en chef, Directeur du 1^{er} arrondissement des mines, à Mons. — *Charbonnage de Blaton à Bernissart : a) sondages; b) siège d'Harchies : Foncement par le procédé Poetsch. — Charbonnage du Nord du Rieu-du-Cœur : Enfoncement du puits; Terrains recoupés. — Charbonnage du Couchant-du-Flénu (Rieu-du-Cœur), siège n° 2 : Revêtement d'un puits. — Charbonnage de l'Espérance : Creusement de tunnels inclinés. — Charbonnage d'Hautrages : Sondages*. 23
- *Charbonnage de Blaton à Bernissart; siège d'Harchies : Foncement par le procédé Poetsch. — Charbonnages de Grande-Chevalière et Midi de Dour; puits n° 2 : Méthode d'exploitation par gradins droits pour la prévention des*

- dégagements instantanés de grisou. — Charbonnages-Réunis de l'Agrappe; puits n° 2 : Méthode d'exploitation par gradins droits pour la prévention des dégagements instantanés de grisou — Charbonnage du Grand-Buisson : Méthode d'exploitation avec voies de transport de peu de hauteur. — Charbonnage de l'Espérance : Creusement de tunnels inclinés. — Charbonnage d'Hornu et Wasmes ; puits n° 3 : Injection de ciment derrière le cuvelage (application du procédé Portier). — Charbonnage du Grand-Hornu; puits n° 12 : Revêtement du puits en béton armé. 731
- MINSIER, C., Ingénieur en chef, Directeur du 4^e arrondissement des mines, à Charleroi. — Charbonnage d'Oignies-Aiseau : Chargement des charbons 40
- NIEDERAU, C., Ingénieur au corps des mines, à Mons. — Note sur un cabestan de sauvetage 687
- ORMAN, E., Ingénieur en chef, Directeur du 2^e arrondissement, à Mons. — Charbonnage du Bois-du-Luc, siège du Quesnoy : Travaux d'enfoncement. — Charbonnage de Houssu, siège n° 8-9 : Installation d'une balance hydraulique à l'accrochage. — Charbonnage de Bascoup, siège n° 7 : Réparation d'un éboulement survenu dans le puits . . . 34
- Charbonnage du Levant-du-Flénu : Installation d'exhaure; soupape de retenue automatique. — Charbonnages du Bois-du-Luc et Trivières réunis, siège du Quesnoy : Avallereses. — Charbonnage de Houssu : Fabrication du coke, application du procédé Hennebutte 751
- RENIER, ARM., Ingénieur au Corps des mines à Liège. — Sur une rupture de volant 925
- SMEYSTERS, J., Ingénieur en chef, Directeur du 3^e arrondissement des mines, à Charleroi. — Construction des volants. — Société de Couillet : Aciéries; appareil pour l'enfournement des lingots. — Charbonnage de Marcinelle-Nord; puits n° 11 : Revêtement en béton d'un bouveau. . . . 761

- STAINIER, X., Docteur en sciences naturelles, membre de la Commission de la carte géologique de Belgique, Professeur à l'Institut agricole de l'Etat, à Gembloux. — *Bibliographie générale des gisements de phosphates* 67-369-772
- STASSART, S., Ingénieur au Corps des mines à Bruxelles — *Emploi des explosifs dans les mines de houille de Belgique, pendant l'année 1901. — Statistique comparative; Notes sur QUELQUES APPAREILS NOUVEAUX pour l'étude des EXPLOSIFS DE SURETÉ; Description du SIÈGE D'EXPÉRIENCES de l'Etat belge pour l'essai des explosifs, lampes de sûreté, etc.* (en collaboration avec MM. DENOËL et V. WATTEYNE) 993
- WATTEYNE, V., Ingénieur en chef, Directeur à l'Administration des mines, à Bruxelles. — *Quelques notes sur l'Exposition et le Congrès international des Ingénieurs, à Glasgow* (en collaboration avec M. J. LIBERT) 83-385
- *Emploi des explosifs dans les mines de houille de Belgique, pendant l'année 1901. — Statistique comparative; Notes sur QUELQUES APPAREILS NOUVEAUX pour l'étude des EXPLOSIFS DE SURETÉ; Description du SIÈGE D'EXPÉRIENCES de l'Etat belge pour l'essai des explosifs, lampes de sûreté, etc.* (en collaboration avec MM. DENOËL et STASSART) 993

ANNALES DES MINES DE BELGIQUE

TOME VII. — ANNÉE 1902

TABLE GÉNÉRALE DES MATIÈRES

MÉMOIRES

	PAGES
<i>Les gisements d'étain de la Galice (Espagne)</i> J. KERSTEN.	3
<i>Nouveau bassin de coulée des Acières d'Angleur</i> V. FIRKET.	279
<i>Note sur les accidents dus à l'emploi de l'électricité dans les mines de Prusse</i> A. HALLEUX.	305
<i>Note sur l'embarquement des explosifs à Liefkenshoek</i> F. GUCHEZ.	316
<i>La prévention des accidents en Allemagne.</i> J. BRUGHMANS.	325
<i>Les travaux de la Commission prussienne des éboulements.</i> L. DENOËL.	337 et 697
<i>Etude sur les gaz dégagés par le broyage du charbon.</i> P. FONTENELLE et EM. LECOCQ.	657
<i>Note sur un cabestan de sauvetage</i> C. NIEDERAU.	687
<i>Sur les conditions d'établissement des paratonnerres des magasins et ateliers contenant des substances explosives (Rapport de la Commission)</i>	717
<i>Sur une rupture de volant</i> ARM. RENIER	925
<i>Exposition de Dusseldorf. L'Aluminothermie</i> V. FIRKET.	969

SERVICE DES ACCIDENTS MINIERES DU GRISOU

Emploi des explosifs dans les mines de houille de Belgique, pendant l'année 1901. —

Statistique comparative ; Notes sur QUELQUES APPAREILS NOUVEAUX pour l'étude des EXPLOSIFS DE SURETÉ ; Description du SIÈGE D'EXPÉRIENCES de l'Etat belge pour l'essai des explosifs, lampes de sûreté, etc.

V. WATTEYNE, S. STASSART
et L. DENOËL. 993

RAPPORTS ADMINISTRATIFS

Extraits de rapports semestriels.

1^{er} SEMESTRE 1901.

- 1^{er} *arrondissement des mines* : Charbonnage de Blaton à Bernissart : a) Sondages ; b) Siège d'Harchies : Foncement par le procédé Poetsch. — Charbonnage du Nord du Rieu-du-Cœur : Enfoncement du puits ; terrains recoupés. — Charbonnage du Couchant-du-Flénu (Rieu-du-Cœur) ; siège n° 2 : Revêtement d'un puits. — Charbonnage de l'Espérance : Creusement de tunnels inclinés. — Charbonnage d'Hautrage : Sondages . . . A. MARCETTE. 23
- 2^e *arrondissement des mines* : Charbonnage du Bois-du-Luc ; siège du Quesnoy : Travaux d'enfoncement. — Charbonnage de Houssu ; siège n° 8-9 : Installation d'une balance hydraulique à l'accrochage. — Charbonnage de Bascoup ; siège n° 7 : Réparation d'un éboulement survenu dans le puits . . . E. ORMAN. 34
- 4^e *arrondissement des mines* : Charbonnage d'Oignies-Aiseau : Chargement des charbons. C. MINSIER. 40

2^e SEMESTRE 1901.

1^{re} *arrondissement des mines* : Charbonnage de Blaton à Bernissart ; siège d'Harchies : Foncement par le procédé Poetsch. — Charbonnages de Grande-Chevalière et Midi de Dour ; puits n° 2 : Méthode d'exploitation par gradins droits pour la prévention des dégage-

ments instantanés de grisou. — Charbonnages Réunis de l'Agrappe; puits n° 2 : Méthode d'exploitation par gradins droits pour la prévention des dégagements instantanés de grisou. — Charbonnage du Grand-Buisson : Méthode d'exploitation avec voies de transport de peu de hauteur. — Charbonnages de l'Espérance : Creusement de tunnels inclinés. — Charbonnage d'Hornu et Wasmes; puits n° 3 : Injections de ciment derrière le cuvelage (application du procédé Portier). — Charbonnage du Grand-Hornu; puits n° 12 : Revêtement du puits en béton armé.	A. MARCETTE.	731
2 ^e <i>arrondissement des mines</i> : Charbonnage du Levant-du-Flénu : Installation d'exhaure; Soupape de retenue automatique. — Charbonnages du Bois-du-Luc et Trivières réunis; siège du Quesnoy : Aalleresses. — Charbonnage de Houssu : Fabrication du coke, application du procédé Hennebutte	E. ORMAN.	751
3 ^e <i>arrondissement des mines</i> : Construction des volants. — Société de Couillet; aciéries : Appareil pour l'enfournement des lingots. — Charbonnage de Marcinelle-Nord; puits n° 11 : Revêtement en béton d'un nouveau	J. SMEYSTERS.	761
7 ^e <i>arrondissement des mines</i> : Charbonnage de Bonne-Espérance et Batterie; siège de la Violette à Jupille; Disposition d'un envoi pour la manœuvre simultanée des wagonnets.	E. FINEUSE.	769

STATISTIQUES

<i>Caisse de Prévoyance</i> : Examen des comptes de 1898	173
<i>Statistique minérale de Belgique</i> (2 ^e semestre 1901).	251
<i>Tableau des mines de houille, en activité dans le royaume de Belgique, en 1901</i> : noms, situation, puits, classement, noms et résidence des Directeurs, production en 1901.	611

<i>Caisse de Prévoyance</i> : Examen des comptes de 1899	835
<i>Caisse de Prévoyance</i> : Examen des comptes de 1900	1157
<i>Statistique minérale de Belgique</i> (1 ^{er} semes- tre 1902)	1237

RÉGLEMENTATION DES MINES A L'ÉTRANGER

<i>Allemagne.</i> — Réglementation générale des mines de l'Inspection générale de Breslau (18 janvier 1900)	121, 581 et 809
— Projet de loi concernant l'acquisition par l'Etat des propriétés houillères en Westphalie.	602
<i>Angleterre.</i> — Ordonnance ministérielle du 1 ^{er} octobre et du 17 décembre 1901 : Emploi des explosifs dans les mines de houille . . .	166
— Supplément à la liste des explosifs autorisés. (Ordonnance ministérielle du 24 mars 1902).	829
<i>France.</i> — Revision de la loi de 1810 sur les concessions de mines : Projet de loi du 5 no- vembre 1901)	157
— Modifications dans les règlements sur les explosifs. (Circulaire ministérielle du 21 jan- vier 1902.)	831

NOTES DIVERSES

Le rapport de la Commission française des substances explosives sur la Question du bourrage des coups de mine	L. LHEURE.	45
Bibliographie générale des gisements de phos- phates	X. STAINIER.	67 369 et 772
Quelques notes sur l'Exposition et le Congrès international des Ingénieurs à Glascow (2 ^e et 3 ^e art.)	J. LIBERT et V. WATTEYNE.	83 et 385
Dictionnaire des matières explosives		574

L'électricité dans l'art des mines et la métallurgie, à l'Exposition de Dusseldorf. (Traduit et résumé par EM. MASSON.)	D ^r HOFFMANN. 799
La divergence des fils à plomb dans les puits de mines.	807

DOCUMENTS ADMINISTRATIFS

Police des mines.

Explosifs de sûreté : Wallonite. — Arrêté ministériel du 24 décembre 1901	253
Explosifs de sûreté : Antigrisou Favier n° 4. — Arrêté ministériel du 30 août 1902	1239

Appareils à vapeur.

Instruction n° 50. — Essai annuel des chaudières mobiles; circulaire ministérielle du 24 mars 1902	649
Instruction n° 51. — Chaudières sans soudure. — Détermination des épreuves. — Circulaire ministérielle du 18 avril 1902.	650
Accidents survenus en 1901	653
Instruction n° 52. — Soupapes de sûreté des réchauffeurs d'eau d'alimentation et des appareils de fabrication; circulaire ministérielle du 12 mai 1902	915
Appareils à vapeur à basse pression destinés principalement au chauffage des locaux. — Régime à leur appliquer. (Arrêté ministériel du 9 octobre 1902)	1240
Instruction n° 53. — Détermination de la puissance des machines locomotives; circulaire ministérielle du 14 octobre 1902	1241
Constatation des accidents dans les établissements classés. — Circulaire ministérielle du 25 octobre 1902	1242

Arrêtés spéciaux.

Extraits d'arrêtés pris en 1901, concernant les mines et les usines	271
---	-----

Personnel du corps des mines.

Corps des Ingénieurs des mines : Situation au 1 ^{er} janvier 1902.	255
Répartition du personnel et du service des mines. — Noms et lieux de résidence des fonctionnaires.	259
Recrutement des Ingénieurs du corps des mines : Arrêté royal du 27 juin 1902	916
Arrêté ministériel du 1 ^{er} juillet 1902	917
Matières du programme sur lesquelles seront formulées les questions concernant les branches I à IV	919

SOMMAIRE DE LA 4^{me} LIVRAISON, TOME VII

MÉMOIRES

PAGES

Sur une rupture de volant	Arm. Renier.	925
Exposition de Dusseldorf. L'Aluminothermie	V. Firket.	969

SERVICE DES ACCIDENTS MINIERES DU GRISOU

EMPLOI DES EXPLOSIFS DANS LES MINES DE HOUILLE DE BELGIQUE, PENDANT L'ANNÉE 1901. — Statistique comparative; Notes sur <i>Quelques appareils nouveaux</i> pour l'étude des explosifs de sûreté; Description du <i>Siège d'expériences</i> de l'Etat belge pour l'essai des explosifs, lampes de sûreté, etc.	V. Watteyne, S. Stassart et L. Denoël	993
--	--	-----

STATISTIQUES

Caisse de Prévoyance : Examen des comptes de 1900	1157
Statistique minérale (1 ^{er} semestre 1902)	1237

DOCUMENTS ADMINISTRATIFS

Police des mines :

Explosifs de sûreté : Antigrisou Favier n° 4 : Arrêté ministériel du 30 août 1902	1239
---	------

Appareils à vapeur :

Appareils à basse pression pour le chauffage des locaux : Arrêté ministériel du 9 octobre 1852.	1240
Instruction n° 53 : Détermination de la puissance des machines locomotives. — Circulaire ministérielle du 14 octobre 1901.	1241
Constatation des accidents dans les établissements classés. — Circulaire ministérielle du 25 octobre 1902	1242

TABLES DES MATIÈRES DU TOME VII

Table alphabétique des auteurs	1243
Table générale des matières.	1247